

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Energetica

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare



Tesi di Laurea Magistrale

Diagnosi energetica di un Presidio Ospedaliero:

*Metodologia standard e criticità riscontrate
nell'analisi energetica del P.O. Martini di Torino*

Relatore:

Prof. Marco Carlo Masoero

Correlatore:

Ing. Jacopo Toniolo

Candidata:
Ghedini Sara

Aprile 2018

Indice

Introduzione	1
Capitolo 1 - Campo Normativo	3
1.1. La diagnosi energetica	3
1.1.1. Definizione	3
1.1.2. Requisiti e livelli di diagnosi	4
1.1.3. Fasi della diagnosi energetica	7
1.1.4. Procedura	13
1.1.5. Indici di prestazione energetica degli ospedali	15
1.2. L'ambiente ospedaliero	16
1.2.1. Consumi in campo ospedaliero e zone funzionali	16
1.2.2. Normative in ambito ospedaliero	19
Capitolo 2 – L'Ospedale Martini	27
2.1. Descrizione dell'edificio	27
2.1.1. Organizzazione padiglioni	28
2.2. Fruizione struttura	35
2.3. Caratteristiche Strutturali e Impiantistiche	38
2.3.1. Centrale termica	38
2.3.2. Impianti adduzione combustibile	42
2.3.3. Impianti adduzione acqua potabile	43
2.3.4. Impianti di refrigerazione	43
2.3.5. Impianti di ventilazione	45
2.3.6. Regolazione impianti di riscaldamento e raffrescamento	47
2.3.7. Impianti elettrici	48
2.3.8. Impianti di illuminazione	51
2.3.9. Impianti elevatori	52
2.3.10. Gestione impianti elettrici	52
Capitolo 3 – L'Inventario Energetico	53
3.1. Consumi termici	53
3.1.1. Raccolta bollette	53
3.1.2. Fabbisogno termico totale	61
3.1.3. Ripartizione dei consumi termici	65
3.2. Consumi elettrici	71
3.2.1. Raccolta bollette	71

3.2.2. Consumi elettrici orari	76
3.2.3. Ripartizione consumi elettrici.....	80
Capitolo 4 – I Sistemi di Gestione dell'Energia	94
4.1. Proposta di implementazione di un SGE	95
4.2. Campo normativo: la ISO 50001	96
4.3. Caratteristiche fondamentali SGE.....	99
4.3.1. Caratteristiche standard di un sistema di gestione energia.....	99
4.3.2. Caratteristiche per applicazione in ambito sanitario	102
4.4. SGE e Diagnosi Energetica: vantaggi tecnici ed economici	105
4.4.1. Calcolo Valore Attuale Netto e Pay Back Time.....	111
Conclusioni	113
Bibliografia.....	114
Ringraziamenti.....	116

Indice delle figure

Figura 1.1.1 – Procedura di diagnosi energetica	14
Figura 2.1.1 – Il P.O. Martini, vista dall'alto	27
Figura 2.1.2 – Suddivisione edificio in padiglioni	29
Figura 2.3.1 – Stazione teleriscaldamento, Centrale termica principale P.O. Martini.....	39
Figura 2.3.2 – Generatori a vapore, centrale termica principale P.O. Martini	40
Figura 2.3.3 – Circolatori con inverter, Centrale termica principale P.O. Martini	40
Figura 2.3.4 – Collettori di mandata, Centrale termica principale P.O. Martini	41
Figura 2.3.5 – Esempio di gruppo frigo: modello TRANE CGAM	43
Figura 2.3.6 – Cabine elettriche: CE 3 (sinistra) e CE1 (destra), P.O. Martini	49
Figura 2.3.7 – Utenze in bassa tensione, CE1, P.O. Martini	50
Figura 3.1.1 – Andamento consumi gas metano in correlazione alla T media esterna, P.O. Martini	55
Figura 3.1.2 – Confronto consumi di gas metano sul triennio, P.O. Martini	55
Figura 3.1.3 – Andamento mensile medio dei consumi di gas metano, P.O. Martini.....	56
Figura 3.1.4 – Andamento mensile dei consumi di gas metano, 2017, P.O. Martini.....	56
Figura 3.1.5 – Andamento consumi TLR rispetto alla T media esterna. 2015, P.O. Martini	57
Figura 3.1.6 – Andamento consumi TLR rispetto alla T media esterna. 2016, P.O. Martini	58
Figura 3.1.7 – Andamento consumi TLR rispetto alla T media esterna. 2017, P.O. Martini	59
Figura 3.1.8 – Confronto consumi TLR sul triennio, P.O. Martini.....	60
Figura 3.1.9 – Andamento consumo mensile medio TLR, P.O. Martini	61
Figura 3.1.10– Fabbisogno termico totale, anno 2016, P.O. Martini.....	63
Figura 3.1.11– Fabbisogno termico totale, anno 2017, P.O. Martini.....	63
Figura 3.1.12 – Confronto Fabbisogno termico sul triennio, P.O. Martini.....	64
Figura 3.1.13– Fabbisogno termico totale mediato sui tre anni, P.O. Martini	65
Figura 3.1.14 – Curve giornaliere di consumo, ottobre 2016 – gennaio 2017, P.O. Martini ...	66
Figura 3.1.15– Curve giornaliere di consumo, ottobre 2017 – dicembre 2017, P.O. Martini..	66
Figura 3.1.16 – Ripartizione consumi di vapore tra i due usi, 2017, P.O. Martini.....	68

Figura 3.1.17 – Ripartizione consumi TLR tra i due usi, 2017, P.O. Martini	69
Figura 3.1.18 – Ripartizione utilizzo energia termica, 2017, P.O. Martini	70
Figura 3.1.19 – Ripartizione utilizzo energia termica finale, 2017, P.O. Martini	71
Figura 3.2.1– Bollette energia elettrica, anno 2015, P.O. Martini	72
Figura 3.2.2– Bollette energia elettrica, anno 2016, P.O. Martini	73
Figura 3.2.3– Bollette energia elettrica, anno 2017, , P.O. Martini	74
Figura 3.2.4 – Confronto consumi energia elettrica sul triennio, P.O. Martini	75
Figura 3.2.5 – Confronto spese per energia elettrica sul triennio, P.O. Martini	75
Figura 3.2.6– Consumo di energia elettrica mediato sul triennio, P.O. Martini	75
Figura 3.2.7 – Consumi elettrici orari, anno 2017, P.O. Martini, full scale	77
Figura 3.2.8 consumi elettrici orari, anno 2017, P.O. Martini, scala massima.....	78
Figura 3.2.9 consumi elettrici orari, anno 2017, P.O. Martini, scala minima.....	79
Figura 3.2.10 – Andamento consumi elettrici rispetto alla T media esterna, P.O. Martini	82
Figura 3.2.11 – Andamento fabbisogno elettrico per condizionamento rispetto al consumo totale, P.O. Martini	82
Figura 3.2.12 – Confronto consumi per condizionamento effettivi e ricostruiti, P.O. Martini	83
Figura 3.2.13 - Differenza di consumo elettrico tra i giorni feriali e festivi, P.O. Martini	90
Figura 3.2.15 – Ripartizione Fabbisogno elettrico, P.O. Martini	92
Figura 3.2.16 – Ripartizione Fabbisogno elettrico finale, P.O. Martini	93
Figura 4.2.1 – Modello Sistema Gestione Energia, UNI ISO 50001	98
Figura 4.4.1 – Classi efficienza energetica sistemi di automazione e gestione dell’edificio, UNI EN 15232.....	109

Indice delle tabelle

Tabella 1.1.1 – Livelli di diagnosi energetica	5
Tabella 1.2.1. Fattori di ricambio d’aria, Circolare 13011 del 22/11/74	20
Tabella 1.2.2 - Requisiti minimi prescritti dal DPR 14/01/97	20
Tabella 1.2.3 - Ventilazione minima secondo UNI 10339	21
Tabella 1.2.4 – Coefficiente correttivo per l’altitudine, secondo UNI 10339.....	21
Tabella 1.2.5 – Classi di efficienza filtri secondo UNI 10339	22
Tabella 1.2.6 - Velocità aria massime stabilite da UNI 10339	22
Tabella 1.2.7 – Condizioni di pressione dei locali secondo ASHRAE 170-2013.....	22
Tabella 1.2.8 – Condizioni termo igrometriche per il blocco operatorio secondo UNI 11425	23
Tabella 1.2.9 – Requisiti per illuminazione secondo UNI 12464	25
Tabella 2.1.1 – Suddivisione delle superfici in base alle destinazioni d’uso	33
Tabella 2.1.2 – Definizione delle superfici della struttura.....	34
Tabella 2.2.1 – Utilizzo della struttura: di attività e orari svolgimento, definito tramite colloquio con direzione sanitaria	36
Tabella 2.2.2 – Prestazioni ospedaliere svolte per l’anno 2016, P.O. Martini	37
Tabella 2.3.1 – Censimento generatori di vapore centrali termiche P.O. Martini.....	41
Tabella 2.3.2 – Censimento Gruppi Frigo P.O. Martini.....	44
Tabella 2.3.3 – Censimento impianti split P.O. Martini, suddivisione per zone servite	45
Tabella 2.3.4 – Censimento Unità Trattamento Aria presenti nel P.O. Martini.....	46
Tabella 2.3.5 – Censimento apparecchi illuminanti P.O. Martini.....	51
Tabella 2.3.6 – Censimento impianti elevatori P.O. Martini	52
Tabella 3.1.1- Bollette gas metano, anno 2015, P.O. Martini	53
Tabella 3.1.2 – Bollette gas metano, anno 2016, P.O. Martini	54

Tabella 3.1.3 – Bollette gas metano, anno 2017, P.O. Martini	54
Tabella 3.1.4 – Consumi di gas metano mediati sui tre anni, P.O. Martini	56
Tabella 3.1.5 – Bollette teleriscaldamento, anno 2015, P.O. Martini	57
Tabella 3.1.6 – Bollette teleriscaldamento, anno 2016, P.O. Martini	58
Tabella 3.1.7 – Bollette teleriscaldamento, anno 2017, P.O. Martini	59
Tabella 3.1.8 – Consumi teleriscaldamento mediati sui tre anni, P.O. Martini	60
Tabella 3.1.9 – Fabbisogno termico totale, anno 2015, P.O. Martini	62
Tabella 3.1.10– Fabbisogno termico totale, anno 2016, P.O. Martini	62
Tabella 3.1.11– Fabbisogno termico totale, anno 2017, P.O. Martini	63
Tabella 3.1.12– Fabbisogno termico totale mediato sui tre anni, P.O. Martini.....	64
Tabella 3.1.13 – Utilizzo di gas metano rispetto al fabbisogno termico totale, 2017, P.O. Martini	67
Tabella 3.1.14 – Ripartizione usi alimentati a vapore, 2017, P.O. Martini.....	68
Tabella 3.1.15 – Ripartizione consumi TLR, 2017, P.O. Martini	70
Tabella 3.2.1 – Bollette energia elettrica, anno 2015, , P.O. Martini.....	72
Tabella 3.2.2– Bollette energia elettrica, anno 2016, P.O. Martini.....	73
Tabella 3.2.3– Bollette energia elettrica, anno 2017, P.O. Martini.....	74
Tabella 3.2.4 – Consumo di energia elettrica mediato sul triennio, P.O. Martini.....	76
Tabella 3.2.5 – Fabbisogno elettrico per condizionamento, prima ricostruzione, P.O. Martini	83
Tabella 3.2.6 – Ricostruzione consumi elettrici per i gruppi frigo, P.O. Martini	84
Tabella 3.2.7 – Ricostruzione consumi elettrci impianti split, P.O. Martini	85
Tabella 3.2.8– Ricostruzione consumi elettrci impianti UTA, P.O. Martini	86
Tabella 3.2.9 – Ore equivalenti di funzionamento dei sistemi di illuminazione, P.O. Martini.....	87
Tabella 3.2.10 – Ricostruzione consumi elettrici per illuminazione, P.O. Martini	88
Tabella 3.2.11 – Consumo elettrico terminali idronici, P.O. Martini.....	89
Tabella 3.2.12 – Elenco apparecchi elettromedicali maggiormente energivori, P.O. Martini.....	90
Tabella 3.2.13 – Differenza consumi elettrici tra giorni feriali e festivi calcolata sul totale annuale, P.O. Martini.....	91
Tabella 3.2.14 - Differenza consumi elettrici tra giorni feriali e festivi calcolata sul base mensile, anno 2017, P.O. Martini	91
Tabella 3.2.15 – Differenza consumi elettrici tra giorni feriali e festivi su base mensile, riepilogo triennio, P.O. Martini	91
Tabella 3.2.16 – Fabbisogni elettrici P.O. Martini, ripartizione per i diversi usi	92
Tabella 4.3.1 – Elenco dati e parametri richiesti dal Sistema di Gestione dell’Energia descritto	104
Tabella 4.4.1 – Elenco rilievi e azioni necessari per un audit energetico del P.O. Martini ...	105
Tabella 4.4.2 – Caratterizzazione della struttura, P.O. Martini	106
Tabella 4.4.3 – Valori di riferimento per calcolo risorse umane, metodologia ASSOEGE.....	106
Tabella 4.4.4 – Fattori correttivi di aggiustamento, secondo metodologia ASSOEGE	107
Tabella 4.4.5 – Applicazione fattori di aggiustamento alla struttura oggetto d’analisi: P.O. Martini	107
Tabella 4.4.6 – Fattori di efficienza BAC per l’energia termica, UNI EN 15232.....	109
Tabella 4.4.7– Fattori di efficienza BAC per l’energia termica, UNI EN 15232	110
Tabella 4.4.8 – Risparmi conseguibili sulla spesa per l’energia per P.O. Martini.....	110
Tabella 4.4.9 – Calcolo Valore Attuale Netto	111
Tabella 4.4.10 – Analisi economica per l’implementazione di un SGE per P.O. Martini.....	112

Introduzione

La società moderna è estremamente dipendente dall'energia in tutte le sue forme e in tutti i suoi processi produttivi e gestionali. In ambito tecnologico l'energia permette, tramite il suo sfruttamento a livello industriale, la trasformazione di materie prime in prodotti, beni e servizi. Ciò che è certo è che la richiesta di energia in ambito domestico, civile e industriale è in forte crescita e questo uso sempre maggiore comporta significative conseguenze in termini di inquinamento e surriscaldamento globale.

Domanda crescente, inquinamento e surriscaldamento del pianeta sono le tre ragioni principali per cui il tema dell'energia rappresenta ad oggi una sfida da affrontare per tutti noi, al fine di ridurre gli enormi sprechi che ci sono. In un contesto come quello attuale l'efficienza ed il risparmio energetico sono diventati di fondamentale importanza, tramite lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie che consentano di migliorare il rendimento energetico di impianti, macchinari e persino edifici.

In Italia sono stati attuati diversi decreti legislativi, in linea con le direttive europee, che promuovono una serie di misure strutturali da adottare a medio e breve termine, al fine di promuovere e migliorare le prestazioni energetiche di edifici sia pubblici sia privati. Lo scopo è rendere più efficiente l'economia energetica attraverso la diffusione di soluzioni tecnologiche innovative, così da accrescere la competitività dell'industria e contribuire al rilancio della crescita economica nazionale.

Da un rapporto redatto da ENEA¹, emerge che la domanda di energia primaria in Italia nel 2015 è stata di 156,2 Mtep ed il consumo finale di energia pari invece a 123 Mtep, con valori di intensità energetica primaria inferiori alla media dei Paesi dell'Unione Europea. Le fonti fossili costituiscono ancora la principale fonte energetica (circa 80%), ma il loro peso è in continuo calo, in parallelo al costante aumento delle fonti rinnovabili. Il consumo finale di energia nel 2014 era di 120,5 Mtep, di cui il 37% attribuibile al settore civile, seguito dal settore trasporti con il 33,3% e dal settore industriale con il 21,3%. Nel 2015 invece circa un terzo dei consumi finali è dovuto ai trasporti, seguito dal settore residenziale con il 26,4% e dal ramo industriale con il 20,7%.

¹ Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2017, Executive Summary, ENEA, 2017

In media quindi un terzo dell'energia prodotta e consumata in Italia viene utilizzata in ambito edilizio. In questo campo gli edifici a destinazione d'uso ospedaliera ricoprono un ruolo fondamentale, non solo per quel che riguarda gli aspetti sociali ma anche in quanto soggetti fortemente energivori. Negli ospedali si rilevano infatti consumi circa tre volte maggiori rispetto al settore civile residenziale. Si tratta di strutture con un'enorme richiesta energetica, da attribuire sia alle differenti necessità d'uso rispetto agli edifici residenziali, sia all'obbligo di garantire la continuità dei servizi 24 ore al giorno per 365 giorni all'anno: sono edifici che non si "spengono" mai. Un Presidio Ospedaliero è una macchina complessa da gestire sotto ogni aspetto: tecnologico, funzionale, economico, energetico, politico. Questa difficoltà di controllo, unita all'età dei nostri ospedali, dei macchinari e degli impianti al loro interno (sono edifici che hanno in media quarant'anni) e alla mancanza di una politica energetica volta al risparmio e all'efficienza, fa sì che gli sprechi energetici in queste strutture siano di enorme portata. In quest'ottica è però possibile intervenire in diversi modi e vi sono ampi margini di risparmio energetico conseguibili.

Per muoversi in questa direzione sarebbe necessario possedere dati disaggregati circa i consumi dell'edilizia ospedaliera, per poter predisporre linee guida per il risparmio energetico in questo settore e individuare specifici indici di riferimento per la valutazione delle prestazioni energetiche. Occorre pertanto analizzare nello specifico singole strutture ospedaliere rappresentative, al fine di ottenere dei valori di benchmark nazionali ed elaborare metodi e modelli applicabili a tutte le altre.

In tal senso l'oggetto di indagine di questo elaborato è il Presidio Ospedaliero Martini Nuovo, sito a Torino, la cui analisi energetica è volta sia all'individuazione delle possibilità di risparmio esistenti, sia alla creazione di un modello di riferimento che la "ASL Città di Torino", di cui il presidio fa parte, possa adottare in tutte le sue strutture, in un'ottica di efficientamento energetico aziendale di notevole portata.

Capitolo 1 - Campo Normativo

1.1. La diagnosi energetica

Negli ultimi anni il tema dell'efficienza energetica ha acquisito sempre più importanza, soprattutto in vista degli obiettivi europei in materia di riduzione dei consumi energetici e di emissione di gas serra posti per il 2020 e il 2030.

Risulta quindi importante individuare i sistemi energetici meno efficienti e intervenire su di essi. La diagnosi energetica è lo strumento più qualificato per analizzare il quadro della gestione energetica di un'attività: essa mette in evidenza il livello di efficienza della gestione partendo dall'analisi dei flussi energetici significativi per individuare le fasi del processo e le macchine più energivore, i possibili recuperi e le opportunità di applicare tecnologie energy-saving più attuali, identificando le soluzioni più convenienti sia sotto il profilo energetico che economico.

Le modalità operative, gli scopi ed i passaggi fondamentali di una diagnosi energetica sono definiti da due norme: la UNI CEI/TR 11428 e la UNI CEI EN 16247. La prima è un rapporto tecnico che disciplina i requisiti e gli aspetti generali, mentre nella seconda si dettano le linee guida per le diagnosi energetiche in diversi ambiti. Questa norma si divide in cinque Parti: la prima è stata rilasciata nel 2012 e definisce i requisiti generali comuni a tutte le diagnosi energetiche; le Parti 2, 3 e 4 risalgono al 2014 e riguardano rispettivamente le diagnosi energetiche specifiche per gli edifici, per i processi produttivi e per il settore dei trasporti. La Parte 5 è del 2015 e indica le competenze che l'auditor energetico o un team di auditor energetici deve possedere per effettuare in maniera efficace diagnosi energetiche conformi ai requisiti della Parte 1, eventualmente integrata dalle Parti relative ai tre settori "Edifici", "Processi" e "Trasporti".

Secondo tali norme, la diagnosi energetica consiste in una procedura sistematica ed articolata in passaggi ben definiti.

1.1.1. Definizione

Il D.Lgs. 115/08 definisce la diagnosi energetica come una *"procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, volta ad individuare*

e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati”.

La diagnosi energetica di un edificio può essere effettuata con differenti obiettivi, quali una riqualificazione, un’analisi volontaria o il soddisfacimento di obblighi di legge.

1.1.2. Requisiti e livelli di diagnosi

La diagnosi energetica permette di ottenere una conoscenza approfondita sugli usi e consumi energetici della realtà sottoposta ad esame, al fine di individuare le modifiche più efficaci. Rappresenta quindi la condizione necessaria per realizzare un percorso di riduzione dei consumi di energia negli usi finali, tramite l’individuazione e la modifica delle attività a più bassa efficienza energetica attraverso la valutazione dei possibili margini di risparmio conseguibili.

Vi è una relazione diretta tra il costo della diagnosi, la quantità di dati che devono essere raccolti e analizzati ed il numero delle opportunità di risparmio energetico individuate. Occorre quindi distinguere in fase preliminare tra i costi accettati o accettabili per la diagnosi, poiché essi ne determineranno il livello di dettaglio. L’audit deve esser svolto in maniera idonea a soddisfare attese, necessità e limiti indicati dal committente, così che possano essere decisi concordemente obiettivi e scopo della diagnosi.

Il processo di diagnosi energetica, secondo la UNI 16247, deve essere:

- appropriato: adatto allo scopo, agli obiettivi e alla completezza concordati in partenza;
- completo: il sistema energetico descritto deve comprendere gli aspetti e gli usi energetici significativi;
- rappresentativo: al fine di raccogliere dati affidabili e pertinenti: dati reali devono essere acquisiti in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell’inventario energetico; il consumo energetico deve essere coerente con i dati di fatturazione e/o con quanto rilevato dalla strumentazione di misura;
- tracciabile: identificazione e utilizzo di un inventario energetico, documentazione circa l’origine dei dati e l’eventuale modalità di elaborazione a supporto dei risultati della diagnosi, includendo le ipotesi di lavoro eventualmente assunte;
- utile: al fine di identificare e valutare sotto il profilo costi/benefici gli interventi di miglioramento dell’efficienza energetica. Gli interventi devono essere espressi attraverso

documentazione adeguata, differenziata in funzione del settore, delle finalità e dell'ambito di applicazione;

- verificabile: devono essere identificati gli elementi che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dalla applicazione degli interventi proposti.

Esistono tre livelli di diagnosi energetica di accuratezza crescente, riportati in Tabella 1.1.1, ciascuno dei quali comporta il raggiungimento di risultati diversi, con requisiti e costi differenti.

Tabella 1.1.1 – Livelli di diagnosi energetica

Procedure e strumenti	Diagnosi leggera	Diagnosi standard	Diagnosi approfondita
Caratteristiche dell'edificio	Planimetria	Planimetria, piante, prospetti, sezioni	Planimetria, piante, prospetti, sezioni, relazione legge 10/1991, libretto di caldaia
Caratteristiche degli impianti	Di massima	Di dettaglio	Di dettaglio
Dati sui consumi energetici	Ultimi 3 anni	Ultimi 3 anni	Ultimi 3 anni, consumi settimanali o giornalieri
Misure da effettuare	Spessore e stratigrafia chiusure opache e trasparenti	Spessore e stratigrafia chiusure opache e trasparenti, dati del generatore di calore	Spessore e stratigrafia chiusure opache e trasparenti, dati del generatore di calore, monitoraggio temperatura e umidità relativa interna. Termo flussimetro o carotaggi
Sistemi di monitoraggio	No	No	Temperatura, umidità, radiazione solare, affollamento edificio,..
Software di calcolo	Semplici fogli di calcolo	CENED	Software di simulazione dinamica (Design Builder, Doe, Energy Plus)
Tempi previsti	1 giorno	1 settimana	Alcune settimane
Risultati da ottenere	Fare emergere problematiche a livello gestionale, proporre suggerimenti	Relazione tecnica di sintesi con indicazione delle inefficienze strutturali, impiantistiche e gestionali; definizione e valutazione economica degli interventi proposti	Relazione tecnica approfondita con indicazioni delle inefficienze strutturali, impiantistiche e gestionali; definizione e valutazione di combinazione di più interventi
Costi	Bassi	Medi	Alti

La scelta del tipo di diagnosi energetica necessaria dipende dalla complessità dell'oggetto della diagnosi stessa: per strutture semplici è sufficiente una diagnosi "leggera", mentre per realtà complesse e polimorfe come ad esempio un ospedale tale strumento non è sufficiente ad ottenere dei risultati validi e realistici per cui è necessario svolgere un'analisi più dettagliata e completa, il cui svolgimento comporta ovviamente un aumento del tempo e dei costi.

I tre tipi di diagnosi sono:

- 1° livello: diagnosi per ispezione visiva o diagnosi leggera (Walk-Through Audit)

La diagnosi energetica leggera consiste in una visita al sito oggetto d'analisi con lo scopo di ispezionare visivamente ciascuno dei sistemi e dei sottosistemi impieganti energia. Include una valutazione dei dati di consumo energetico allo scopo di esaminare le quantità e i profili di utilizzo dell'energia, e permette di effettuare dei confronti con valori di riferimento (benchmark). È il tipo di diagnosi meno costosa, ma può comunque essere utile per una stima preliminare del potenziale di risparmio. Inoltre fornisce una lista di opportunità di risparmio energetico a basso costo facilmente implementabili, principalmente attraverso il miglioramento delle procedure di gestione e manutenzione. La diagnosi di primo livello è anche un'opportunità per raccogliere informazioni utili per una successiva analisi più dettagliata, se dalla valutazione preliminare appare plausibile il raggiungimento di obiettivi più ampi, in modo da giustificare un'attività di diagnosi più accurata e quindi più dispendiosa.

- 2° livello: diagnosi standard (Standard Audit)

Con la diagnosi standard si possono quantificare gli utilizzi e gli sprechi di energia, tramite un'analisi degli dei sistemi e delle loro caratteristiche operazionali. Questa analisi può includere anche alcune misure sul posto e verifiche prestazionali per quantificare l'impiego di energia e l'efficienza energetica dei diversi impianti. Per determinare le efficienze, calcolare il fabbisogno energetico ed il risparmio economico legato a miglioramenti e modifiche di ogni sottosistema, si adoperano strumenti di calcolo ingegneristici standard. La diagnosi energetica di secondo livello include anche la valutazione economica delle misure di risparmio energetico raccomandate, in termini di investimento e tempo di ritorno.

- 3° livello: diagnosi dettagliata (Detailed Audit)

Il terzo livello di diagnosi include un'analisi più dettagliata dell'utilizzo di energia, ripartito tra le diverse funzioni e destinazioni d'uso, e una più completa valutazione dei profili di consumo. Vengono adoperati programmi di calcolo e di modellazione dinamica del sistema

energetico considerato. L'operatore esegue delle simulazioni del sistema edificio-impianto che tengano in considerazione l'interrelazione climatica e tutte le altre variabili legate alle modalità d'utilizzo dell'edificio per prevedere i fabbisogni e gli usi di energia nell'arco annuale. Lo scopo è creare un database di riferimento per il successivo confronto, che sia coerente con gli effettivi consumi della struttura. Una volta costruita tale baseline, si possono modificare parti del sistema per migliorarne l'efficienza e, effettuando ulteriori simulazioni con le nuove configurazioni raggiunte, se ne possono misurare gli effetti confrontando i risultati con i valori di riferimento. Questo metodo tiene anche conto delle interazioni tra i diversi sottosistemi, il che aiuta a prevenire la sovrastima dei risparmi. A causa del tempo che occorre per la raccolta dei dati necessari a descrivere dettagliatamente ogni apparato e per approntare un modello sufficientemente accurato per la simulazione dinamica, tale approccio rappresenta il livello più costoso di diagnosi energetica. Tuttavia può essere giustificato da un'elevata complessità dell'edificio o del sistema in esame, non altrimenti trattabile in modo corretto con i livelli precedenti.

1.1.3. Fasi della diagnosi energetica

Una volta stabilito il livello di diagnosi che si vuole eseguire, si può iniziare a raccogliere indicazioni circa i componenti strutturali e meccanici che condizionano gli impieghi di energia dell'edificio e sulle modalità di funzionamento e gestione. Queste informazioni possono e dovrebbero essere raccolte prima della visita al sito in esame. Infatti, una valutazione approfondita prima dell'ispezione sul posto aiuta sicuramente nell'identificazione delle aree di potenziale risparmio energetico e di ottimizzazione.

Il processo di diagnosi energetica può quindi essere suddiviso in diverse fasi, indicate dettagliatamente nella norma UNI 16247-1 e di seguito descritte.

1.1.3.1. Contatto preliminare

Il responsabile della diagnosi energetica deve concordare con l'organizzazione in merito a:

- obiettivi, necessità ed aspettative relative alla diagnosi energetica;
- scopo, limiti e grado accuratezza richiesto;
- arco temporale per completare la diagnosi energetica;
- criteri per la valutazione delle misure di risparmio energetico;
- impegno richiesto in termini di tempo ed altre risorse;

- i requisiti circa i dati da raccogliere prima dell’inizio della diagnosi energetica e la disponibilità, la validità ed il formato dei dati relativi ad energia ed attività;
- misure e/o ispezioni da realizzare durante la diagnosi energetica;

Il responsabile della diagnosi energetica deve inoltre richiedere informazioni per quanto riguarda:

- il contesto della diagnosi energetica;
- eventuali vincoli normativi in grado di influenzare lo scopo o altri aspetti della diagnosi energetica, eventuali restrizioni esistenti relative a misure potenziali di miglioramento dell’efficienza energetica ed eventuali cambiamenti che possano avere una ricaduta sulla diagnosi energetica e sulle sue conclusioni;
- un più ampio programma strategico comprendente progetti pianificati e la descrizione del sistema di gestione del sito oggetto di analisi;
- la documentazione attesa ed il formato richiesto del rapporto;

Infine il responsabile della diagnosi energetica deve provvedere ad informare il committente riguardo:

- tutti gli impianti ed apparecchiature speciali necessari alla realizzazione della diagnosi energetica;
- tutti gli interessi commerciali o di altro genere che potrebbero influenzare le proprie conclusioni o raccomandazioni.

1.1.3.2. Incontro di avvio (o incontro preliminare)

Lo scopo dell’incontro di avvio è di informare tutte le parti interessate riguardo a obiettivi, scopo, ambito, confini e grado di accuratezza della diagnosi energetica e concordarne le disposizioni pratiche. In occasione di tale incontro il responsabile della diagnosi deve richiedere all’organizzazione di:

- nominare la persona sostanzialmente responsabile della diagnosi energetica nell’organizzazione e la persona che dovrà rapportarsi con il responsabile della diagnosi;
- informare il personale coinvolto e le altre parti interessate in merito alla diagnosi energetica e ad ogni esigenza posta in capo a loro entro tale ambito;

- assicurare la cooperazione delle parti coinvolte;
- informare circa ogni condizione, intervento di manutenzione o altra attività anomala che possa avvenire durante il periodo di svolgimento della diagnosi energetica che ne influenzi l'esito;

Nel corso di tale incontro occorre anche concordare:

- la modalità di accesso alla struttura;
- le regole di prevenzione e di sicurezza nei luoghi interessati dalla diagnosi;
- i dati e le risorse che devono essere resi disponibili e gli eventuali accordi di riservatezza in merito a dati riservati e confidenziali;
- una proposta di programma temporale delle visite con indicazione delle relative priorità;

Il responsabile della diagnosi deve descrivere le procedure, gli strumenti e le modalità con cui la diagnosi energetica sarà pianificata ed eseguita, con tanto di previsione temporale, e le possibili esigenze di apparecchiature di misura aggiuntive.

1.1.3.3. Raccolta dati

L'auditor energetico deve cooperare con il committente al fine di raccogliere le seguenti informazioni:

- lista dei sistemi, dei processi e degli apparecchi che utilizzano energia, nonché lo stato del sistema di gestione dell'energia;
- caratteristiche dettagliate dell'oggetto sottoposto a diagnosi, compresi i fattori di aggiustamento conosciuti e come l'organizzazione ritiene che essi influenzino i consumi energetici, nonché lo stato attuale del sistema di gestione;
- dati storici riguardo i consumi energetici, i relativi fattori di aggiustamento e le appropriate misurazioni ad essi correlate;
- l'operativo storico ed eventi passati che potrebbero aver influenzato il consumo energetico nel periodo coperto dai dati raccolti (condizioni di funzionamento insolite, interventi di manutenzione e altre attività);
- documenti di progetto, di funzionamento e di mantenimento, eventuali diagnosi energetiche o studi precedenti connessi all'energia e all'efficienza energetica;

- prezzi e costi correnti e previsti, o prezzi e costi di riferimento da usare per garantire la riservatezza commerciale, e altri dati economici rilevanti;

1.1.3.4. Attività in campo

Occorre ispezionare il sistema energetico oggetto della diagnosi tramite uno o più sopralluoghi al fine di:

- valutare gli usi energetici dell'oggetto sottoposto a diagnosi secondo finalità, scopo ed accuratezza della diagnosi energetica;
- formulare idee preliminari per le opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica;
- redigere un elenco di aree e processi per i quali sono necessari ulteriori dati quantitativi per effettuare la successiva analisi;

Il responsabile della diagnosi energetica deve:

- Assicurarsi che misure e rilievi siano effettuati in maniera attendibile e in condizioni che siano rappresentative delle ordinarie condizioni di esercizio; può risultare vantaggioso realizzare alcune misurazioni al di fuori del normale orario di funzionamento, durante i periodi di spegnimento, o quando il fattore climatico non influisce eccessivamente;
- Informare il committente di ogni difficoltà incontrata durante lo svolgimento della diagnosi stessa;

Per quel che riguarda le ispezioni sul campo, è necessario richiedere al committente di:

- nominare uno o più soggetti che dovranno fare da guida durante i sopralluoghi sul campo; questi soggetti dovranno possedere le competenze e l'autorità necessarie per compiere direttamente, se richiesto, manovre su processi ed apparecchiature;
- consentire all'auditor energetico l'accesso a disegni, manuali e tutta la documentazione tecnica significativa per i diversi impianti, correlata di eventuali risultati di prove e misure di collaudo già effettuate.

1.1.3.5. Analisi e inventario energetico

Durante questa fase, il responsabile della diagnosi deve definire il livello di performance energetica del sito oggetto di diagnosi, che rappresenta il riferimento sulla base del quale possono venire valutati gli interventi di miglioramento. Devono essere forniti:

- la ripartizione dei consumi energetici suddivisi per uso e fonte;
- i flussi energetici ed un bilancio energetico dell’oggetto sottoposto a diagnosi;
- il diagramma temporale della domanda di energia;
- le correlazioni tra il consumo energetico ed i fattori di aggiustamento;
- uno o più indicatori di prestazione energetica adatti a valutare l’oggetto sottoposto a diagnosi (ad esempio kWh/posto letto in un presidio ospedaliero);

L’auditor energetico deve valutare l’affidabilità dei dati forniti, evidenziando eventuali carenze e/o anomalie, ed utilizzare metodi di calcolo tecnicamente appropriati, documentando quali sono stati adoperati e con quali assunzioni. È necessario inoltre considerare ogni vincolo normativo o di altra natura che possa influire sulle potenziali misure di efficientamento energetico.

Con i dati raccolti, si deve costruire l’inventario energetico dell’edificio sottoposto a diagnosi, ossia la descrizione degli utilizzi di ciascun vettore energetico impiegato. I dettagli di tale ripartizione dipenderanno dalla disponibilità di misure dirette e dalla rilevanza dell’ambito di interesse.

Lo schema energetico dovrà essere costruito relativamente ad ogni vettore energetico (elettrico, termico, vapore, acqua, etc.) acquistato ed utilizzato nel sito in esame e avrà lo scopo di ripartire i consumi annui del vettore specifico tra le diverse utenze che alimenta, associando a ciascuna il relativo consumo.

L’inventario dovrà essere il più dettagliato possibile. In esso vanno quindi indicati:

- l’energia fornita disaggregata per vettore energetico in termini di consumi, costi ed emissioni in unità di misura coerenti
- usi finali di energia disaggregati per servizi ed altri usi in valori assoluti o specifici ed in unità di misura coerenti
- se presente, registro della produzione locale di energia e relativa quota esportata .

L’inventario energetico deve essere rappresentativo dell’energia in ingresso e di come essa viene impiegata. Inoltre, deve risultare chiaro quali flussi energetici sono basati su misurazioni e quali su stime o calcoli. Una volta costruito, è possibile determinare gli

indicatori di prestazione energetica o di specifici livelli di riferimento per l'edificio, che serviranno per meglio comprendere se e dove vi sono possibilità di intervento.

Il responsabile della diagnosi deve individuare le opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica ed ottimizzazione, valutando per ognuna l'impatto rispetto alla prestazione energetica corrente dell'oggetto analizzato, basandosi su:

- i risparmi economici innescati dalle misure di miglioramento dell'efficienza energetica e gli investimenti necessari ad attuarle;
- il tempo di ritorno dell'investimento o ogni altro criterio economico concordato con il committente;
- gli altri possibili vantaggi non energetici (come produttività o manutenzione);
- il confronto in termini sia di costo sia di consumo tra le misure di miglioramento dell'efficienza energetica ed eventuali interazioni tecniche tra azioni multiple;

Le azioni di risparmio energetico devono essere elencate secondo una graduatoria costruita seguendo i criteri concordati inizialmente.

1.1.3.6. Rapporto e Incontro Finale

In quest'ultima fase vengono presentati i risultati della diagnosi energetica effettuata, assicurandosi che essa risponda a tutti i requisiti concordati con il committente nelle fasi preliminari. Il responsabile della diagnosi deve quindi redigere un rapporto contenente l'analisi effettuata ed i risultati ottenuti e presentarlo al committente durante l'incontro finale.

L'esatto contenuto del rapporto deve essere appropriato allo scopo, all'obiettivo e al livello di dettaglio della diagnosi energetica. Esso deve contenere:

- a) Un documento di sintesi in cui è riportata la graduatoria delle opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica ed il programma d'attuazione proposto;
- b) Le Informazioni generali sull'organizzazione sottoposta a diagnosi e sulla metodologia di diagnosi energetica adottata, il contesto specifico in cui la diagnosi energetica è stata effettuata, la descrizione del sistema oggetto di diagnosi e le norme tecniche pertinenti;
- c) La diagnosi energetica:
 - descrizione, scopo, obiettivo e livello di dettaglio, arco temporale, limiti e confini della diagnosi energetica;

- informazioni sulla raccolta dei dati, analisi dei consumi energetici e criteri per la classificazione delle misure di miglioramento della prestazione energetica;

d) Le opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica:

- Azioni proposte, raccomandazioni, piano e programma temporale di implementazione
- Ipotesi assunte durante il calcolo dei risparmi energetici e loro impatto sull'accuratezza delle raccomandazioni
- Informazioni su contributi, incentivi e sovvenzioni applicabili
- Analisi economica appropriata
- Potenziali interazioni con altre raccomandazioni proposte
- Metodi di misura e verifica che dovranno essere usati per le valutazioni post-attuazione delle opportunità individuate

e) Le conclusioni finali.

1.1.4. Procedura

In accordo con le normative, la procedura di diagnosi energetica, rappresentata in Figura 1.1.1, deve prevedere almeno le seguenti azioni:

- 1) raccolta dei dati relativi alle bollette di fornitura energetica e ricostruzione dei consumi effettivi di elettricità e combustibili per uno o più anni;
- 2) individuazione e raccolta dei fattori di aggiustamento cui riferire i consumi energetici;
- 3) identificazione e calcolo di un indice di prestazione energetica effettivo espresso in energia/fattore di riferimento/anno;
- 4) raccolta delle informazioni necessarie alla creazione dell'inventario energetico e allo svolgimento della diagnosi;
- 5) costruzione degli inventari energetici (elettrico e termico) relativi all'oggetto della diagnosi;
- 6) calcolo dell'indice di prestazione energetica operativo;
- 7) confronto tra l'indice di prestazione energetica operativo e quello effettivo. Se gli indici tendono a convergere, si prosegue l'analisi col passo successivo, altrimenti si ritorna al punto 4 e si affina l'analisi del processo produttivo e degli inventari energetici individuando le cause della mancata convergenza. La convergenza tra gli indici può considerarsi raggiunta per

scostamenti percentuali ritenuti accettabili in funzione del settore d'intervento e dello stato del sistema energetico;

- 8) individuazione dell'indice di prestazione energetica obiettivo;
- 9) se i valori espressi dagli indicatori sono tra loro confrontabili, la diagnosi può considerarsi conclusa in quanto l'obiettivo definito dall'indice di riferimento è stato raggiunto;
- 10) se esiste uno scarto significativo tra l'indice di prestazione operativo ottenuto nel punto 6 e l'indice di prestazione obiettivo di cui al punto 8, si individuano le misure di miglioramento dell'efficienza che consentano il loro riallineamento;
- 11) per tali misure devono essere condotte le rispettive analisi di fattibilità tecnico-economiche;
- 12) le misure individuate, singole e/o integrate, sono classificate ed ordinate in funzione degli indici concordati tra il responsabile della diagnosi e il committente. Al termine di tale operazione, si esegue nuovamente il punto 9;

Una volta attuati tutti gli step, la diagnosi si considera conclusa.

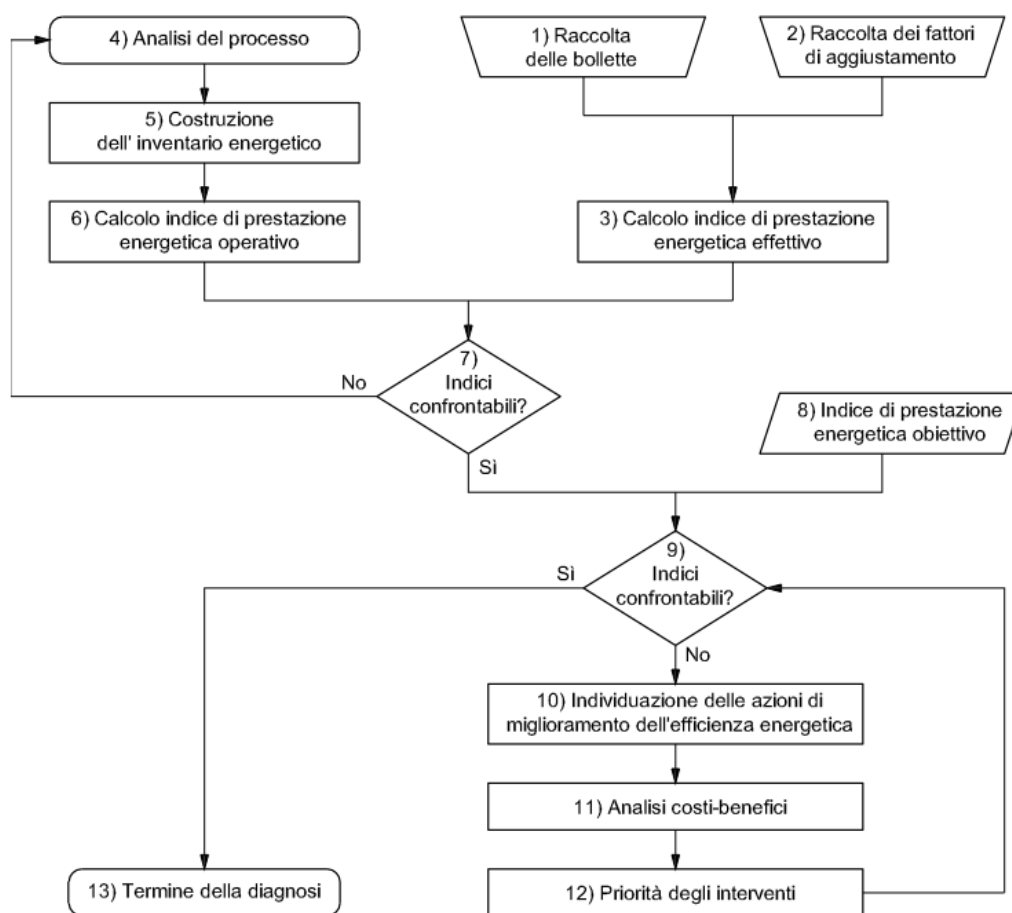


Figura 1.1.1 – Procedura di diagnosi energetica

1.1.5. Indici di prestazione energetica degli ospedali

I complessi ospedalieri sono in genere caratterizzati da strutture articolate e di grande volumetria, spesso costituiti da diversi edifici, e sono finalizzati a garantire cure ed assistenza medica in condizioni di massimo comfort e sicurezza. Le condizioni termo igrometriche richieste e le esigenze di continuità e sicurezza dei servizi forniti (24 ore giornaliere su 365 giorni l'anno) comportano elevati consumi energetici e specificità che rendono complessa la gestione energetica, rispetto ad altre categorie di edifici. La richiesta energetica specifica di un ospedale può essere estremamente varia in funzione della tipologia di edificio, delle dimensioni, delle condizioni climatiche del sito e soprattutto delle destinazioni d'uso interne e dei servizi svolti. Ciò significa che risulta complicato confrontare strutture caratterizzate da una diversa organizzazione interna e da diverse prestazioni fornite, inoltre è difficoltoso trovare degli indicatori energetici significativi e dei benchmark di confronto.

Tra gli indicatori più utilizzati vi è il kWh/posto letto, che non sempre rappresenta un indicatore realmente significativo poiché non considera le condizioni climatiche del sito, che invece incidono notevolmente sull'energia termica scambiata dall'edificio, e non tiene in considerazione la differente struttura organizzativa, poiché non viene fatta distinzione tra i reparti di terapia e diagnosi operanti ed i servizi effettivamente forniti.

Altri indicatori come il kWh/m³ o kWh/m² possono risultare inadeguati se non si considerano le destinazioni d'uso degli ambienti in esame.

Tuttavia indicatori di questo tipo aiutano a classificare il presidio che si sta esaminando e ad effettuare dei confronti preliminari con altri ospedali e tra le diverse soluzioni implementabili nella struttura stessa.

1.2. L'ambiente ospedaliero

1.2.1. Consumi in campo ospedaliero e zone funzionali

Gli ospedali sono strutture decisamente energivore, la richiesta di energia in questo settore è estremamente elevata e il fabbisogno deve essere assolutamente garantito da impianti termici ed elettrici generalmente attivi 24 ore su 24, per 365 giorni all'anno. L'energia è richiesta sotto forma termica, frigorifera ed elettrica, e viene utilizzata per il riscaldamento, la ventilazione e l'illuminazione degli ambienti, la preparazione di acqua calda sanitaria, il raffrescamento estivo, la produzione di vapore per sterilizzazione e umidificazione, oltre che per le cucine, le lavanderie, i trasporti interni, gli elevatori, i calcolatori, i dispositivi diagnostici e terapeutici, etc. L'incremento della complessità delle apparecchiature impiegate e l'adeguamento alle normative in termini di temperature, umidità e ricambi d'aria imposti porta inoltre ad ulteriori aumenti dei consumi e ad una maggiore difficoltà nella gestione degli impianti.

Per valutare in maniera adeguata il fabbisogno energetico di un complesso ospedaliero occorre definire e suddividere le diverse aree funzionali che lo costituiscono, ciascuna con differenti consumi specifici. La ripartizione in zone con caratteristiche simili dal punto di vista impiantistico, strutturale, occupazionale, termo igrometrico e di ventilazione, e quindi con analoghe richieste energetiche, semplifica il modello della struttura e ne permette una migliore comprensione.

A differenti destinazioni d'uso in ambito sanitario, corrispondono specifiche richieste disciplinate da decreti e normative, ma anche diversi schemi di occupazione e di consumo dell'energia. La suddivisione delle "zone" è valutata sulla base della richiesta energetica necessaria a svolgere le varie attività. Si hanno cinque classi differenti²:

Zona 1 – ALTA INTENSITÀ DI CURA

Con zone ad alta intensità di cura si intendono quelle aventi elevati fattori di ricambio oppure elevati fattori di utilizzo. Tra quelle del primo tipo ci sono i blocchi operatori, l'anatomia patologica, il blocco parto, le unità prenatali e i locali adibiti alle attività di Day-Surgery, ossia tutte quelle aree per cui le prescrizioni in termini di temperature, ricambi

² *I consumi energetici negli ospedali parametrati sui volumi: valutazione di alcune realtà in Piemonte, Lombardia e Liguria*, Marco Masoero, Santo Vito, Susanna Azzini, Massimo Bacci, 2009

d'aria e filtrazione sono decisamente rigide e sono necessari elevati consumi energetici per mantenerle. Nella seconda tipologia sono comprese invece le aree con esigenze di ricambi d'aria e filtrazioni meno severe, ma comunque superiori rispetto alle altre parti dell'ospedale, ed il consumo energetico è considerevole a causa dell'elevato fattore di utilizzo: sono zone attive 24 ore su 24 per 7 giorni su 7, come le terapie intensive, il reparto di rianimazione ed il pronto soccorso.

Queste sono le aree che presentano maggiori consumi energetici, dovuti alle specifiche condizioni ambientali e alle condizioni igieniche particolarmente delicate da mantenere.

ZONA 2 – RADIOLOGIA E LABORATORI DI DIAGNOSTICA

In questo caso bisogna distinguere tra Diagnostica per immagini e Diagnostica di laboratorio. Le strutture di diagnostica per immagini svolgono indagini strumentali a fini diagnostici e/o di indirizzo terapeutico, utilizzando sorgenti esterne di radiazioni ionizzanti e altre tecniche di formazione dell'immagine con opportune apparecchiature biomediche di media ed alta tecnologia, che sono la principale causa dei consumi energetici (sia elettrico, sia termico poiché necessitano di raffrescamento continuo) rilevanti. Il regime di funzionamento in queste aree si distingue tra orario ambulatoriale (circa 10 ore/giorno per 5 gg/settimana) e pronta disponibilità per i casi di emergenza (quindi garantiti 24 ore/giorno per 7 gg/settimana).

L'attività di medicina di laboratorio fornisce valutazioni ottenute con metodi chimici o biologici su materiali connessi alla patologia umana. La gamma di prestazioni eseguite e la dotazione strumentale hanno un diverso grado di complessità commisurato alla realtà sanitaria ed alla tipologia di laboratorio, a cui seguono quindi diversi e caratteristici consumi. I laboratori di analisi delle strutture con degenza, come gli ospedali, devono essere strutturati in maniera da poter soddisfare tutte le esigenze legate alle attività di ricovero, all'attività operatoria, alle prestazioni in urgenza ed emergenza.

ZONA 3 – REPARTI DI DEGENZA

I reparti di degenza sono caratterizzati dalla presenza continua di pazienti ricoverati e personale sanitario. Devono quindi essere strutturati in modo da assicurare il rispetto della privacy dell'utente ed un adeguato comfort di tipo alberghiero. Devono essere garantiti spazi comuni di raccordo tra le degenze e/o i servizi sanitari nei quali prevedere *utilities* per gli accompagnatori.

Le degenze sono fornite di impiantistica dedicata: gas medicali, tasto per chiamata infermieri, rete di trasmissione dati, illuminazione standard e di sicurezza, alimentazione FM e TV. Non presentano una particolare dotazione di apparecchi biomedicali: il consumo di energia è dovuto soprattutto all'illuminazione e al mantenimento del comfort termico.

ZONA 4 – AMBULATORI E DAY HOSPITAL

Gli ambulatori di solito sono parti omogenee di immobili o interi edifici preposti all'erogazione di prestazioni sanitarie di prevenzione, diagnosi, terapia e riabilitazione, nelle situazioni che non richiedono ricovero neanche a ciclo diurno. Sono zone in cui i requisiti termo igrometrici sono standard (20-22°C temperatura di regime per il riscaldamento), ossia non particolarmente rigidi, e vanno mantenuti di solito per un regime di funzionamento base, di 12 ore/giorno e 5 gg/settimana. Tra gli ambienti compresi vi sono studi medici, sale visita, locali di terapia riabilitativa, in cui sono di norma presenti pazienti per la maggior parte non ricoverati e personale medico.

Vi è un certo numero di apparecchiature terapeutiche e diagnostiche, non rilevanti per quantità ma per assorbimento elettrico e dissipazione termica.

Il Day-Hospital deve disporre di aree per il trattamento diagnostico-terapeutico e per la permanenza di pazienti in regime di ricovero a tempo parziale (di tipo diurno). I requisiti sono analoghi a quelli dei reparti di degenza, il diverso consumo è giustificato dal periodo di funzionamento ridotto del reparto di Day-Hospital, assimilabile a quello ambulatoriale.

ZONA 5 – SERVIZI

Nei servizi sono incluse le aree caratterizzate dalla sola presenza di personale non sanitario in maniera intermittente, come uffici, aule, biblioteche, archivi, depositi, magazzini, sale mensa, spogliatoi, cappelle, etc., i cui consumi energetici ed il regime di funzionamento possono essere ricondotti a quelli di un edificio standard del settore terziario (come una scuola o un ufficio).

A parte vanno considerati i servizi non sanitari ma con attività specifiche come le cucine, le lavanderie, le farmacie, il servizio mortuario, le sale per la sterilizzazione, etc., che avranno consumi energetici caratteristici della funzione svolta.

1.2.2. Normative in ambito ospedaliero

1.2.2.1. Normative sulle condizioni termo-igrometriche

Un presidio ospedaliero riveste un ruolo sociale fondamentale, fornisce servizi basilari che devono essere garantiti sempre, 24 ore/giorno per 365 gg/anno, ed i suoi utenti hanno fabbisogni particolari, data la natura della loro presenza nella struttura. Per tutte queste ragioni esistono una molteplicità di leggi e norme circa l'edilizia sanitaria, che coprono diversi ambiti e hanno prescrizioni piuttosto rigide. Limitando l'attenzione alle condizioni di benessere ambientale legato al condizionamento dei locali, i parametri da tenere sotto controllo sono la temperatura, l'umidità relativa e la concentrazione di inquinanti (carica batterica, gas medicali, etc.). Questi parametri determinano la qualità dell'aria e tale controllo avviene direttamente tramite la definizione di tassi di ventilazione o di filtraggio, di specifiche condizioni di pressione e temperatura dei locali, di ammissibilità o meno del ricircolo dell'aria stessa.

In Italia, la normativa attualmente in vigore in materia di requisiti fisico-tecnici per le strutture ospedaliere si basa soprattutto su due testi di riferimento: la Circolare 13011 del Ministero dei Lavori Pubblici del 22/11/1974³ e il DPR del 14/1/1997⁴. Vi sono poi ulteriori normative tecniche specifiche per i diversi settori (ventilazione, ACS, illuminazione, etc.).

Nella Circolare 13011 sono riportate le seguenti prescrizioni:

- In tutti i reparti ospedalieri, servizi compresi, dovrà essere garantita, nel periodo invernale, una temperatura degli ambienti di 20°C +/- 2°C;
- nella camere di degenza, nei locali ad uso collettivo e anche nei disimpegni inoltre dovrà essere assicurato, nel periodo invernale, un valore di umidità relativa dell'ambiente pari al 40% con tolleranza di +/- 5%;
- i valori del fattore di ricambio d'aria per i diversi locali dovranno essere quelli indicati in Tabella 1.2.1, assicurati da un sistema di ventilazione e filtrazione adatto, che garantisca una velocità dell'aria inferiore a 0,15 m/s negli ambienti. Nei vani dei servizi igienico-sanitari siano privi di finestra, e quindi dotati di impianto di ventilazione forzata, dovrà essere garantita la continuità di funzionamento dell'impianto stesso;

³ Circolare Ministero dei Lavori Pubblici del 22/11/1974, n. 13011, "Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione"

⁴ DPR 14 gennaio 1997, Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e di Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private

Tabella 1.2.1. Fattori di ricambio d'aria, Circolare 13011 del 22/11/74

Zona	Fattore di ricambio aria
Degenze in genere	2 vol/ora
Degenze bambini	3 vol/ora
Reparti diagnostica	6 vol/ora
Reparti speciali	6 vol/ora
Isolamento	12 vol/ora
Servizi igienici	10 vol/ora
Soggiorni	30 m3/ora per persona (minimo)

- Nei blocchi operatori, sale travaglio, rianimazione, parti prematuri, lattanti, terapia intensiva, centro dialisi, centrale di sterilizzazione e laboratorio di analisi, dovrà esserci un impianto di condizionamento senza ricircolo atto ad assicurare che sia in estate che in inverno, i valori prescritti di temperatura interna, umidità relativa e velocità dell'aria siano rispettati, o in ogni caso conformi a quelli imposti dalla UNI 10339⁵.

Il DPR del 1997 definisce i requisiti minimi che devono essere rispettati e applicati in una struttura sanitaria, in termini di politica, obiettivi ed attività, di struttura organizzativa, di gestione delle risorse umane e tecnologiche, di valutazione e miglioramento della qualità, di sistema formativo. Inoltre i requisiti minimi strutturali, tecnologici e organizzativi specifici per le varie strutture sono ulteriormente ripartiti in base alla destinazione d'uso delle diverse zone del presidio: in particolare, il complesso sanitario viene suddiviso in 13 ambienti funzionali, ciascuno con specifiche prerogative (Tabella 1.2.2).

Tabella 1.2.2 - Requisiti minimi prescritti dal DPR 14/01/97

Zona	Temperatura [°C] (inverno-estate)	Umidità relativa [%] (inverno-estate)	Ricambi aria esterna [vol/h]
Pronto Soccorso	n.p.	n.p.	n.p.
Area degenza	n.p.	n.p.	n.p.
Reparto operatorio	20-24	40-60	15
Blocco parto	20-24	30-60	6
Rianimazione/terapia intensiva	20-24	40-60	6
Medicina nucleare	n.p.	n.p.	n.p.
Radioterapia	n.p.	n.p.	n.p.
Day Hospital	n.p.	n.p.	n.p.
Day Surgery	n.p.	n.p.	n.p.
Gestione farmaci	20-26	50±5	2
Servizio sterilizzazione	20-27	40-60	15
Servizio disinfezione	20-27	40-60	15
Servizio mortuario	18	60±5	15

⁵ UNI 10339:1995, *Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.*

Le principali normative tecniche specifiche, che disciplinano i vari settori, sono la già citata UNI 10339:1995, la UNI/TS 11300-2 *“Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria”*, la UNI 11425:2011 *“Impianto di ventilazione e condizionamento controllata per il blocco operatorio”* e la UNI 9182:2014 *“Impianti di alimentazione e distribuzione d’acqua fredda e calda – progettazione, installazione e collaudo”*.

La prima fornisce la classificazione degli impianti, la definizione dei requisiti minimi e dei valori delle grandezze di riferimento durante il funzionamento degli stessi al fine di mantenere un’adeguata qualità dell’aria. Nella Tabella 1.2.3 sono indicati i parametri di ventilazione minimi obbligatori per ospedali, case di cura, cliniche e assimilabili. Viene ulteriormente confermato che non è ammesso usare aria di ricircolo, anche per le degenze e per le corsie.

Tabella 1.2.3 - Ventilazione minima secondo UNI 10339

Zona	Portata d’aria esterna minima
Degenze	11 litri/s per persona
Corsie	11 litri/s per persona
Camere sterili	11 litri/s per persona
Camere per infettivi	Specificata in base alle esigenze
Sale mediche/soggiorni	8.5 litri/s per persona
Terapie fisiche	11 litri/s per persona
Sale operatorie/sale parto	Specificata in base alle esigenze
Servizi igienici	Estrazione di 8 volumi/ora

Le portate indicate devono poi essere riviste in funzione dell’altitudine, applicando uno specifico coefficiente correttivo (Tabella 1.2.4).

Tabella 1.2.4 – Coefficiente correttivo per l’altitudine, secondo UNI 10339

Altitudine H m s.l.m.	Coefficiente correttivo
0	1
500	1.06
1000	1.12
1500	1.18
2000	1.25
2500	1.31
3000	1.38

Nella medesima normativa vengono anche precisate le classi di filtri e l’efficienza di filtrazione per tutte le categorie di edifici. Le specifiche per le strutture ospedaliere sono indicate in Tabella 1.2.5.

Tabella 1.2.5 – Classi di efficienza filtri secondo UNI 10339

Zona	Classe di filtri (min-max)	Efficienza di filtrazione
Degenze	6-8	M+A
Corsie	6-8	M+A
Camere sterili e infettivi	10-11	M+A+AS
Maternità, anestesia e radiazioni	10-11	M+A+AS
Prematuri e sale operatorie	11-12	M+A+AS
Visite mediche	6-8	M+A
Soggiorni e terapie fisiche	6-8	M+A

In Tabella 1.2.6 sono invece riportati i valori massimi di velocità dell'aria ammissibili nel volume occupato per mantenere le condizioni di comfort.

Tabella 1.2.6 - Velocità aria massime stabilite da UNI 10339

Zona	Riscaldamento[m/s]	Raffrescamento [m/s]
Degenze, corsie, camere sterili, infettivi, visite mediche e soggiorni	0.05-0.1	0.05-0.15
Maternità, anestesia, radiazioni, prematuri e sale operatorie	0.05-0.1	0.05-0.15
Terapie fisiche	0.1-0.2	0.15-0.25

Come supplemento alle normative italiane, si può inoltre far riferimento ad alcune importanti direttive estere, tra cui la norma ASHRAE 170-2017, *“Ventilation of Health Care Facilities”* in cui vengono descritte le condizioni di pressione dei diversi locali al fine di evitare possibili contaminazioni e fughe di flussi batterici, elencate nella Tabella 1.2.7.

Tabella 1.2.7 – Condizioni di pressione dei locali secondo ASHRAE 170-2013

Zona	Condizioni di pressione
Sale operatorie, traumatologia, parto, nursery e UTIC	Sovrappressione
Camere di degenza normale	Controllo non necessario
Servizi igienici	Sottopressione
Reparti d'isolamento per infettivi	Sottopressione
Reparti d'isolamento per immunodepressi	Sovrappressione
Laboratori	Specificate in base alle esigenze
Visite mediche	Controllo non necessario
Locali medicazione	Sovrappressione
Sterilizzazione e lavanderia	Sottopressione

La norma UNI 11425:2011 fornisce le indicazioni per la progettazione, l'installazione, la messa in marcia, il controllo delle prestazioni, l'accettazione, la gestione degli impianti e dei

componenti che concorrono al controllo della contaminazione ambientale e al mantenimento di condizioni termo igrometriche prescritte nei reparti destinati allo svolgimento dell'attività chirurgica, in quanto sono gli ambienti più delicati e pertanto devono sottostare ad obblighi più rigidi rispetto alle altre aree sanitarie. Tali prescrizioni sono riportate in Tabella 1.2.8.

Tabella 1.2.8 – Condizioni termo igrometriche per il blocco operatorio secondo UNI 11425

Ambienti	Temperatura [°C]		U.R. [%]		Sovrapressione rispetto all'esterno [Pa]	Aria esterna [vol/h]	Aria di ricircolo [-]	Classi di pulizia secondo UNI EN ISO 14644-1	Livello filtrazione finale	Livello di pressione sonora [dBA]
	Inverno	Estate	Inverno	Estate						
Sale Operatorie a elevatissima qualità dell'aria	≥22	≤24	≥40	≤60	15 (1)	15	SI (2)	ISO5	H14	45 (3)
Sale operatorie a elevata qualità dell'aria					15 (1)	15	SI (2)	ISO7	H14	45 (3)
Sale operatorie a qualità dell'aria standard					15 (1)	15	- (4)	ISO8	H14	45 (3)
Depositi sterili	≥22	≤26	≥40	≤60	15	≥2 (5)	- (4)	-	H14	45
Preparazione operandi					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Preparazione personale					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Risveglio operandi					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Corridoio pulito/sterile					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Spazi filtro operandi					5	≥2 (5)	- (4)	-	≥F9	-
Spazio filtro personale					5	≥2 (5)	- (4)	-	≥F9	-
Substerilizzazione					10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Depositi puliti	≥18	≤26	≥40	≤60	10	≥2 (5)	- (4)	-	≥H12	-
Depositi sporchi					5	≥2 (5)	NO	-	≥HF9	-

(1) Le sale operatorie ad uso di pazienti infetti, sono in depressione rispetto ai locali limitrofi

(2) Si faccia riferimento agli esempi in appendice D

(3) Nel caso di ristrutturazioni in cui sia necessario realizzare sale operatorie in classe IOS5 utilizzando sistemi di ricircolo in ambiente, si può al massimo raggiungere i 48 dB(A9; tale scelta deve essere motivata nei documenti di progetto

(4) Secondo la necessità di pulizia dell'aria nonché dal controllo

(5) Valore minimo da assumere in assenza di altri valori che stabiliti in funzione delle esigenze specifiche di affollamento, delle sorgenti di contaminanti e basata sull'analisi del rischio

in grigio: Valori imposti dalla legislazione vigente (Decreto del presidente della repubblica del 14/1/1997)

Per quel che riguarda invece la richiesta di acqua calda sanitaria si seguono le indicazioni riportate nella UNI 9182:2014⁶ che suggeriscono un fabbisogno pro-capite per ospedali e cliniche di 130-150 litri per persona al giorno.

⁶ UNI 9182:2014, Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – Progettazione, installazione e collaudo

1.2.2.2. Normative riguardanti i livelli di illuminazione

Un altro fattore da tenere in considerazione riguarda l'illuminazione dei locali a destinazione d'uso sanitaria, disciplinata sempre dalla circolare 13011, dal DPR 14/01/97 e dalla UNI EN 12464-1:2011 *"Luce e illuminazione. Illuminazione nei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro interni"*.

Nella circolare 13011 viene prescritto che l'illuminazione naturale e artificiale degli ambienti di degenza e diagnostica dovrà essere realizzata in modo da assicurare un adeguato livello di illuminazione, la protezione dai fenomeni di "abbagliamento" e, con specifico riferimento all'illuminazione artificiale, la prevalenza della componente diretta su quella diffusa. I livelli minimi di illuminazione sono:

- 300 lux sul piano di osservazione medica (escluso il piano operatorio);
- 200 lux sul piano di lavoro negli spazi per lettura, laboratori, uffici;
- 100 lux misurati su un piano ideale posto a 0.60m dal pavimento negli spazi per riunioni, per ginnastica, ecc.;
- 80 lux misurati su un piano ideale posto a 1.00m dal pavimento nei corridoi, nelle scale, nei servizi igienici, negli atrii e negli spogliatoi

Queste condizioni dovranno essere garantite con qualsiasi situazione di cielo e in ogni punto dei piani di utilizzazione considerati, tramite un'accurata integrazione tra l'illuminazione naturale e quella artificiale. Occorre una particolare attenzione al fine di evitare fenomeni di "abbagliamento" sia diretto che indiretto, assicurando che nel campo visuale delle persone non vi siano oggetti la cui luminanza sia 20 volte maggiore rispetto i valori medi.

Il DPR 14/01/97 indica invece come requisito minimo impiantistico la sola presenza di illuminazione d'emergenza nel reparto operatorio, nel blocco parto, in rianimazione e terapia intensiva, al pronto soccorso, negli ambulatori, nelle degenze e negli spazi per sterilizzazione, disinfezione e servizio mortuario.

La norma UNI EN 12464-1 del 2011 specifica i requisiti di illuminazione nei posti di lavoro in interni, che corrispondono alle esigenze di comfort visivo e di prestazione di persone aventi normale capacità oftalmica. Si analizzano i compiti visivi abituali, evidenziando le esigenze di comfort visivo e dando indicazioni sui livelli di illuminamento, uniformità e grado massimo di abbagliamento necessari alle diverse prestazioni, incluse quelle che comportano l'utilizzo di apparecchi dotati di videotermini. Tali prescrizioni sono elencate in Tabella 1.2.9.

Tabella 1.2.9 – Requisiti per illuminazione secondo UNI 12464

Locali di uso generale				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Sale attesa	200	22	80	illuminamento a livello di pavimento
Corridoi: durante il giorno	200	22	80	
Corridoi: durante la notte	50	22	80	
Day room	200	22	80	
Locali per il personale				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Ufficio personale	500	19	80	
Stanza personale	300	19	80	
Corsie, reparti maternità				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	100	19	80	Illuminamento a livello pavimento
Illuminazione di lettura	300	19	80	
Visita semplice	300	19	80	
Visita e trattamento	1000	19	80	
Luce notturna, luce sorveglianza	5	-	80	
Bagni, toilette per pazienti	200	22	80	
Locali diagnostici				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	500	19	90	
Visite e trattamento	1000	19	90	
Locali per visite oculistiche				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	300	19	90	
Visita esterna dell'occhio	1000	-	90	
Test di lettura e visione colori	500	19	90	
Locali per visite otorinolaringoiatriche				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	300	19	80	
Visita orecchio	1000	-	90	
Locali analisi				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	300	19	80	
Analisi con amplificatore di immagini e sistemi televisivi	50	19	80	
Sale parto				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	300	19	80	
Visita e trattamento	1000	19	80	
Locali di cura				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Dialisi	500	19	80	Raccomandato l'uso di apparecchi con regolazione del flusso luminoso
Dermatologia	500	19	80	
Endoscopia	300	19	80	
Ingessatura	500	19	80	
Bagni medicali	300	19	80	
Massaggio e radioterapia	300	19	80	
Sale operatorie				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Locale pre-operatorio e risveglio	500	19	90	
Sala operatoria	1000	19	90	
Area operatoria	Da 10000 a 100000 lx			
Rianimazione e cure intensive				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	100	19	90	Illuminamento a livello pavimento
Visita semplice	300	19	90	Illuminamento a livello pavimento
Visita e trattamento	1000	19	90	Illuminamento a livello pavimento
Ingessatura	20	19	90	

Odontoiatria				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	500	19	90	
Sul paziente	1000	-	90	Esente da abbagliamento
Area operatoria	5000	-	90	Valori superiori a 5000 lx quando richiesto
Confronto con colore dei denti	5000	-	90	T _{CP} ≥ 6000 K
Laboratori e farmacie				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	500	19	80	
Ispezione colori	1000	19	90	T _{CP} ≥ 6000 K
Locali di decontaminazione				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Locali di sterilizzazione	300	22	80	
Locali disinfezione	300	22	90	
Locali per autopsia e camera mortuaria				
Tipo di interno, compito o attività	Em [lx]	UGR _L	R _a	Note
Illuminazione generale	500	19	90	
Tavolo per autopsia e dissezione	5000	-	90	Valori superiori a 5000 lx quando richiesto

Capitolo 2 – L'Ospedale Martini

2.1. Descrizione dell'edificio

L'Ospedale Martini Nuovo, Presidio Ospedaliero della A.S.L. Città di Torino è sito entro il quadrilatero individuato dalle vie Tofane, Marsigli, Stelvio, Sagra di San Michele.

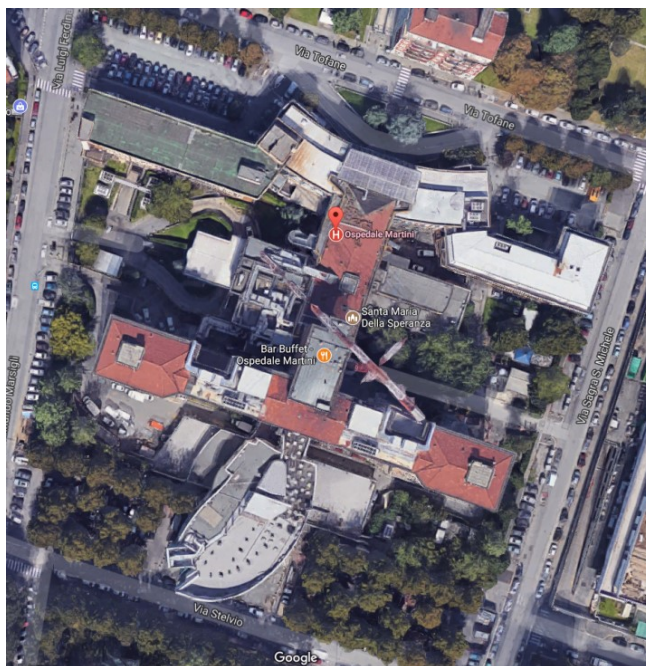


Figura 2.1.1 – Il P.O. Martini, vista dall'alto

Le pratiche di inizio progettazione di questo ospedale risalgono al 1962. Il nucleo originario dell'edificio ospedaliero è costituito da due ali "B" e "G", parallele rispettivamente a Via Stelvio e Via Tofane, e collegate da un corpo centrale "E" parallelo a Via Sagra di San Michele. Questi primi blocchi vengono costruiti tra il 1967 e il 1968 e verranno successivamente inaugurati nel 1970. Negli anni Settanta il complesso edilizio viene ampliato con la realizzazione della palazzina uffici e dei nuovi ambulatori: al corpo "B" su Via Tofane sono accostati rispettivamente ad ovest ed est il corpo "C" ed "A", mentre perpendicolarmente al corpo "E" si innestano verso Ovest il fabbricato "F" e verso Est il fabbricato "D". Alla fine degli anni '90 è stato progettato il corpo "H", che verrà completato nel 2010 e sarà intestato sul corpo "G" perpendicolarmente a Via Stelvio.

La struttura attuale comprende quindi un blocco centrale da cui se ne diramano altri sette, ognuno dei quali si sviluppa su più piani (fino a sette piani fuori terra) e ospita funzioni diverse. Alcuni hanno subito vari ampliamenti e/o sopraelevazioni nel corso del tempo.

Il fabbricato, che ha una struttura piuttosto polimorfa dal punto di vista architettonico, nella sua massima estensione in altezza è costituito da sette piani, di cui uno interrato. Questo nosocomio è articolato in Dipartimenti Strutturali e Dipartimenti Funzionali. I primi comprendono l'Area Medica, l'Area Chirurgica, la Lunga Assistenza, il Dipartimento Materno Infantile, la Salute Mentale ed i servizi Diagnostici. I secondi comprendono l'Emergenza, il Pronto Soccorso DEA, l'Accettazione e la Riabilitazione. Le Strutture di Ricovero sono quelle tipiche di un ospedale di dimensioni medio-grandi: c'è il reparto di Rianimazione ed Anestesia, la Cardiologia, la Chirurgia Generale, la Medicina Interna, la Medicina d'Urgenza (vicina al Pronto Soccorso), la Nefrologia e Dialisi, la Neurologia, l'Oncologia (Medicina B e Day Hospital Oncologico), l'Ortopedia e Traumatologia, l'Ostetricia e Ginecologia, l'Otorinolaringoiatria, la Pediatria e Neonatologia, il reparto SPDC della Psichiatria (Servizio Psichiatrico Diagnosi e Cura), l'Unità di Terapia Intensiva Coronarica (UTIC) e l'Urologia. I servizi di Day Hospital del Comprensorio Ospedaliero Martini sono i seguenti: Day Hospital Oncologico, Day Hospital Multispecialistico o Multidisciplinare, il Day Hospital di Pediatria ed il Day Surgery. I posti letto ordinari sono circa 220, più 20 divisi fra i servizi di Day Hospital e Day Surgery. Al piano interrato sono presenti le Camere Mortuarie e la Farmacia Ospedaliera, ed al sesto piano è situato il Centro Accoglienza e Servizi (CAS). Al piano terra è presente una grande Cappella per le necessità spirituali degli utenti e dei dipendenti.

All'interno dell'Ospedale Martini di Torino sono presenti diversi ambulatori, in cui vengono effettuate visite mediche specialistiche ed esami diagnostici di vario tipo. Sono i seguenti: Allergologia (piano terra), Anatomia Patologica (piano interrato), Endoscopia (primo piano), Gastroenterologia (primo piano), Odontostomatologia (primo piano), Patologia Clinica, Pneumologia (piano terra) e Radiologia (primo piano).

2.1.1. Organizzazione padiglioni

L'area di pertinenza del complesso ospedaliero è in totale di 20'615 metri quadrati e per la più parte occupata da edifici, viabilità, parcheggi, rampe e per la minima parte verde.

L'ingresso principale su Via Tofane, raggiungibile con due rampe ad anfiteatro, assorbe la maggior parte del flusso di entrata per visitatori, pazienti ed accesso ai locali amministrativi. Sono inoltre attivi due altri accessi: uno dall'area su Via Marsigli, accesso barellati al DEA ed accesso alla cucina; l'altro su Via Sagra di San Michele dà accesso ai depositi merci, gas medicali ed a tutte le forniture in genere.

Esistono anche altri tre accessi da Via Tofane, uno al seminterrato del corpo “A”, carraio, generalmente inutilizzato, e due altri pedonali relativi al corpo “C”, da via Tofane per gli ambulatori e da Via Marsiglia per la scuola infermieri.

Sul lato di Via Marsigli una rampa di entrata ed uscita collega la Camera Calda del DEA con l'esterno. Sempre sul lato di Via Marsigli si possono raggiungere, mediante rampe, le cucine (fabbricato “G”) ed i magazzini (fabbricato “C”) oltre al nuovo fabbricato su Via Stelvio all'altezza dell'interrato destinato a depositi.

Sul lato di Via Stelvio è posto il nuovo accesso al piano rialzato dal parcheggio che svolgerà il ruolo di penetrazione al Nosocomio da parte dei visitatori.

Infine, dal lato Via Sagra di San Michele si accede, mediante rampa, al Reparto Mortuario.

Come si evince dalla descrizione dell'edificio, esso è suddiviso e organizzato in otto corpi o padiglioni, ciascuno con destinazioni d'uso differenti e ben distinte. In Figura 2.1.2 viene rappresentata la ripartizione del presidio ospedaliero nei diversi padiglioni.



Figura 2.1.2 – Suddivisione edificio in padiglioni

Il Padiglione A posto ad Est del corpo “B” e parallelo a Via Tofane, consta attualmente di tre piani fuori terra ed uno seminterrato, edificato negli anni '70 e sopraelevato nei primi anni del 2000, ha un'area totale di 2.421 metri quadri e le destinazioni ai vari piani sono:

- Piano Seminterrato: centrale termica, centrale frigorifera, magazzini ed archivio;

- Piano Terreno: uffici amministrativi e ambulatori, Centro Prelievi e CUP;
- Piano Primo: uffici amministrativi e ambulatori;
- Piano Secondo: uffici amministrativi.

Il Padiglione B, facente parte del nucleo originale dell'Ospedale, ha un'area totale di 5.345 metri quadri, sviluppata su tre piani fuori terra e uno seminterrato oltre a un piano a vano tecnico, e quattro per la parte centrale in cui è sito l'atrio di accesso principale al corpo ospedaliero, ospita le seguenti aree:

- Piano seminterrato: cabine elettriche, vani tecnici, officina e deposito farmacia;
- Piano Terreno: uffici A.S.L., amministrativi, ambulatori e atrio principale;
- Piano Primo: laboratori di Analisi e ambulatori di Odontostomatologia;
- Piano Secondo: gruppo operatorio ampliato con finanziamenti ex art. 20 legge 67/88;
- Piano terzo: porzione del gruppo parto e vani tecnici condizionamento.

Il Padiglione C posto ad ovest del corpo "B" e parallelo a Via Tofane, è stato realizzato negli anni '70 ed ampliato e sopraelevato nei primi anni '80. Ha un'area totale pari a 3.794 metri quadri e consta di quattro piani fuori terra ed uno seminterrato con le seguenti destinazioni:

- Piano Seminterrato: depositi, archivi;
- Piano Terreno: ambulatori;
- Piano Primo: servizio di dialisi;
- Piano Secondo: Day Surgery;
- Piano Terzo: Neuropsichiatria infantile e Fisiatria, uffici.

Il Padiglione D, situato ad Est dell'edificio "E" e perpendicolare ad esso, consta di due piani fuori terra ed uno seminterrato, ha un'area totale di 1.071 metri quadri suddivisi in:

- Piano Seminterrato: laboratorio di Anatomo-Patologia, Reparto Mortuario;
- Piano Terreno: S.P.D.C. (Reparto di Psichiatria), cappella;
- Piano Primo: cappella (navata su due piani), servizi vari.

Il Padiglione E, collegamento primario fra le degenze (corpo "G") e gli ambulatori (corpo "B"), è il nucleo vitale dei collegamenti dell'intero ospedale, contiene le zone più tecniche (sale operatorie, sale parto, parte della Terapia Intensiva, ecc.), e collega le degenze di

riferimento al D.E.A. (corpo "F"). È costituito da quattro piani fuori terra per la parte verso Via Tofane addossata al corpo "B" e sale a sette piani fuori terra per la parte in aderenza al corpo "G" destinato a degenza (porzione dedicata ai soli collegamenti verticali). La superficie totale è di 5.689 metri quadri e le destinazioni d'uso ai piani di tale corpo sono:

- Piano Seminterrato: servizi mortuari (parte), spogliatoi personale, servizi accessori, depositi;
- Piano Terreno: degenza temporanea del DEA, parte del DEA, innesto del Reparto Psichiatrico, zona ambulatoriale, uffici, bar;
- Piano Primo: Radiologia;
- Piano Secondo: gruppo operatorio e Terapie Intensive;
- Piano Terzo: gruppo parto e Nido Neonatale;
- Piano Quarto (sottotetto): Centrale di Condizionamento e collegamenti verticali;
- Piano Quinto (sottotetto): collegamenti verticali e vani tecnici ascensori.

Il Padiglione F, sede storica del Pronto Soccorso, è un edificio di 1.637 metri quadri a tre piani fuori terra ed uno seminterrato più ampio; negli anni '80 ha subito sopraelevazione e vari ampliamenti, tra cui quello al piano terreno con l'istituzione del D.E.A. (Dipartimento d'Emergenza e Accettazione). Le destinazioni ai piani sono le seguenti:

- Piano Seminterrato: depositi, magazzini generali, centrale di condizionamento;
- Piano Terreno: D.E.A.
- Piano Primo: radiologia;
- Piano Secondo: Terapia Intensiva.

Il Padiglione G, è l'edificio più alto del complesso che ha subito, nei primi anni del 2000, una sistemazione del complesso delle degenze e un'operazione di adeguamento normativo. Ha un'area totale di 14.674 metri quadri, consta di sette piani fuori terra e due interrati. Le destinazioni presenti ai piani sono le seguenti:

- Piano Interrato: Centrale Termica;
- Piano Intermedio: vano tecnico di condizionamento;
- Piano Seminterrato: ex servizio lavanderia, ex stireria, ex guardaroba, mensa personale, cucina, depositi, cabina elettrica, locali per spogliatoi;

- Piano Terreno: Pneumologia, TAC, Medicina d'Urgenza;
- Piano Primo: degenze di Medicina, Oncologia e Geriatria, D.H. Chirurgia, Neurologia e servizio di Endoscopia;
- Piano Secondo: degenza di Otorinolaringoiatria, Urologia e U.O.A. Chirurgia;
- Piano Terzo: degenza di Ginecologia e Ostetricia, ambulatori ginecologia;
- Piano Quarto: divisione di Pediatria;
- Piano Quinto: degenze di Medicina Generale;
- Piano Sesto: Neuropsichiatria Infantile, servizi di Riabilitazione e Rieducazione;
- Piano Settimo (sottotetto): vani tecnici.

Il Padiglione H di è il corpo di più recente edificazione, costruito tra il 2002 e il 2010. Ha una superficie di 4'121 metri quadri sviluppata su tre piani fuori terra con le seguenti destinazioni:

- Piano Interrato: depositi, vani tecnici;
- Piano Terreno: porticato a piloti di parcheggio pubblico, hall d'entrata, aule, locali di servizio, mensa;
- Piano Primo: degenze di Ortopedia, Nefrologia e Neurologia;
- Piano Secondo: Cardiologia, UTIC.

La suddivisione in padiglioni della struttura ne facilita la gestione in quanto permette una più veloce identificazione delle aree di quello che sarebbe altrimenti un monoblocco gigantesco. È dovuta anche ai diversi periodi di costruzione, ristrutturazione ed espansione dei diversi locali: ulteriori ampliamenti potrebbero avvenire in futuro.

Di seguito vengono riportate in Tabella 2.1.1 le dimensioni dell'edificio con la distinzione per piani e per aree ed uno specchietto riepilogativo dei dati complessivi in Tabella 2.1.2. L'altezza interpiano dei locali è pari a 3,60 metri, con altezza interna di 3,20 metri.

Tabella 2.1.1 – Suddivisione delle superfici in base alle destinazioni d'uso

Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
interrato	Scale	98
	locali impianti	628
	deposito/magazzini/archivi	172
	Totale	898
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
seminterrato	camere mortuarie	214
	servizi sanitari	282
	mense -ex cucine	730
	spogliatoio personale	134
	uffici/locali lavoro	354
	Scale	565
	vani ascensori	49
	locali impianti	1.525
	locali deposito/magazzini	2.417
	Totale	6.270
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano terra	degente/ambulatori/sale visita	1.021
	servizi sanitari	733
	mense/cucine/ristoro	167
	uffici/locali lavoro	1.568
	Scale	1.326
	vani ascensori	77
	locali impianti	60
	deposito/magazzini/archivi	58
	aree esterne a verde	3.189
	aree esterne a pavimento	3.576
	aree esterne rampe	498
	Totale	12.273
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano primo	degente/ambulatori/sale visita	1.640
	servizi sanitari	2.028
	uffici/locali lavoro	379
	Scale	1.390
	vani ascensori	48
	Totale	5.485
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano secondo	degente/ambulatori/sale visita	1.986
	servizi sanitari	1.497
	uffici/locali lavoro	384
	scale	1.258
	vani ascensori	75
	locali impianti	22
	totale	5.222
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano terzo	degente/ambulatori/sale visita	1.422
	servizi sanitari	80
	uffici/locali lavoro	416
	scale	835
	vani ascensori	75
	locali impianti	538
	totale	3.365
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano quarto	degente/ambulatori/sale visita	850
	servizi sanitari	124
	scale	500
	vani ascensori	47
	locali impianti	530
	totale	2.050
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano quinto	degente/ambulatori/sale visita	1.024
	scale	518
	vani ascensori	53
	locali impianti	37
	totale	1.632
Piano	destinazione d'uso	superficie [mq]
piano sesto	degente/ambulatori/sale visita	704
	uffici/locali lavoro	253
	scale	509
	vani ascensori	53
	locali impianti	38
	totale	1.557

Tabella 2.1.2 – Definizione delle superfici della struttura

Suddivisione per piani		Suddivisione per padiglioni	
Piano	superficie [mq]	Paglione	superficie [mq]
interrato	898	A	2.421
seminterrato	6.270	B	5.345
piano terra	12.273	C	3.794
piano primo	5.485	D	1.071
piano secondo	5.222	E	5.689
piano terzo	3.365	F	1.637
piano quarto	2.050	G	14.674
piano quinto	1.632	H	4.121
piano sesto	1.557		
totale PRESIDIO	38.752	totale PRESIDIO	38.752

Riepilogo dimensioni	
sup. totale [mq]	38.752
volum. virtuale [mc]	124.006
sup occupata [mq]	20.615
area libera [mq]	11.425
area coperta [mq]	9.190
posti letto	249
sup/posto letto [mq]	83

2.2. Fruizione struttura

Un Presidio Ospedaliero è una struttura aperta e funzionante ventiquattro ore su ventiquattro per 365 giorni all'anno. A differenza di altri edifici del settore terziario come scuole o uffici non vi sono degli orari in cui rimane vuota o inutilizzata, vi è sempre del personale (sanitario e non) di turno giorno e notte, così come pazienti ricoverati nei reparti di degenza o in attesa al Pronto Soccorso.

Ci sono fasce orarie in cui i flussi di persone che entrano ed escono sono altissimi, ad esempio durante gli orari di visita per i pazienti ricoverati o durante gli orari di apertura degli ambulatori, così come altri momenti in cui il numero di persone all'interno della struttura rimane abbastanza fisso (di notte, periodo in cui fatta eccezione per eventuali urgenze all'interno della struttura vi sono solo il personale di turno ed i pazienti ricoverati). A seconda dell'uso le diverse aree hanno orari e turni di funzionamento diversi e determinano afflussi di persone e consumi energetici differenti. Per analizzare la fruizione del presidio ospedaliero si sono suddivise le diverse zone in base alle destinazioni d'uso e per ciascuna si sono andati ricavati i dati necessari a determinarne i periodi di "funzionamento", le tipologie di attività svolte e la gestione delle stesse, in modo da poter caratterizzare l'edificio a livello di utilizzo: tale suddivisione avrà poi un riscontro pratico nel momento in cui si andrà ad analizzare il fabbisogno energetico del complesso, poiché permetterà di valutare l'andamento dei profili di consumo a seconda dell'ora e del tipo di giorno (feriale/festivo, estivo/invernale), così da poter riscontrare se i consumi di energia, ed in particolare i picchi, sono coerenti con l'uso della struttura oppure no, determinando in tal modo quale quota di energia viene eventualmente sprecata e relativamente ad essa qual è il margine di intervento su cui si può operare ai fini di una ottimizzazione energetica dell'edificio.

Si riportano in Tabella 2.2.1 le caratteristiche utili alla definizione dell'uso della struttura per ogni area funzionale, ripartite secondo i criteri riportati nel paragrafo 1.2.1: Consumi in campo ospedaliero e zone funzionali.

Tabella 2.2.1 – Utilizzo della struttura: di attività e orari svolgimento, definito tramite colloquio con direzione sanitaria

Fruizione media della struttura		
Orari fruizione struttura	ore al giorno	24
	giorni alla settimana	7
	mesi all'anno	12
Numero medio occupanti	Dipendenti	-
	Posti letto totali degenze	221
	Posti letto day-hospital	28

Zona 1 - Alta intensità di cura		
Blocco operatorio	ore al giorno	Lun - Ven 7:00 -20:00 + P.D. Sab - Dom P.D. 24 h
	ore sala operatoria all'anno	5546 ore (2016)
	Gestione	Sale operatorie sempre pronte (5 sale) Impianti sempre accesi
Day - surgery	Orario di attività	Lun - Ven 7:00 -20:00
	numero interventi annuo	2400 circa
	Gestione	Condivisione sale blocco operatorio
Terapia intensiva	Posti letto reparto	9
	Orari turni del personale	Tre turni: 7-14:30, 14:30-22:00, 22:00-7:00
	Gestione	Accessi visitatori limitati
Anatomia patologica	Orario di attività	40 ore a settimana
	Gestione	Accesso al solo personale
Attività di pronto Soccorso e DEA	Passaggi PS all'anno (media)	70000
	Orari turni del personale	Tre turni: 7-14:30, 14:30-22:00, 22:00-7:00
Blocco parto e attività neonatali	Orari turni del personale	7:00-19:00, 19:00-7:00 da Lunedì a Domenica
	Orario accessi	12:30-16:30, 18:30-21:00
	Posti letto neonatologia+nido	13

Zona 2 - Diagnostica e Laboratori		
Laboratorio analisi	Orario di attività	24 h su 24, 7 gg su 7 (per Pronto Soccorso)
	Orari turni del personale	Tre turni: 7-15:00, 15:00-23:00, 23:00-7:00
Radiologia	Orario di attività	24 h su 24, 7 gg su 7
	Orari turni del personale	Tre turni: 7-14:30, 14:30-22:00, 22:00-7:00
	Note	TAC e RX Tradizionale sempre accesi per le urgenze

Zona 3 - Degenze e Reparti				
Attività di reparto/degenze	Numero ricoveri annui	11109 (dati del 2016)		
	Numero posti letto totali	221		
	Suddivisione per reparto	Cardiologia	15	
		Chirurgia Generale	20	
		Oncologia	6	
		Medicina d'urgenza	12	
		Medicina generale	30	
		Medicina B	15	
		Nefrologia	9	
		Neonatologia	13	
		Neurologia	10	
		Ortopedia	20	
		Ostetricia	21	
		Otorino	8	
		Pediatria	15	
SPDC	10			
Urologia	8			
Rianimazione	6			
UTIC	3			
Orari turni del personale	Tre turni: 7-14:30, 14:30-22:00, 22:00-7:00			
Orari con maggior carico di lavoro	8:00-16:00			
Zona 4 - Ambulatori e Day Hospital				
Ambulatori	Prestazioni annue	2513519 (2016)		
	Orario di attività	8:00-16:00		
	Tipo di attività svolte	visite e prestazioni specialistiche		
Day - hospital	Numero posti letto	28		
	Orario di attività	7:00-20:00		
Zona 5 - Servizi terziari				
Servizi	Cucina	Servizio esterno		
	Orari pasti pazienti	Pranzo ore 12:00		
		Cena ore 19:30		
	Orari mensa dipendenti	12:30-14:30, 19:30-20:30 da Lunedì a Domenica		
	Lavanderia	Servizio esterno		
	Stireria	Servizio esterno		

Si riporta in Tabella 2.2.2 il numero di prestazioni svolte all'interno del complesso ospedaliero nell'arco dell'anno 2016:

Tabella 2.2.2 – Prestazioni ospedaliere svolte per l'anno 2016, P.O. Martini

Presidio Ospedaliero Martini - anno 2016	
Ricoveri	11.109
Prestazioni ambulatoriali Esterni e Interni	1.785.969
Prestazioni Pronto Soccorso (PS e seguiti da ricovero)	727.550
Prestazioni totali	2.513.519
Passaggi di PS	67.542
Media prestazioni per passaggio PS	10,77
Ore di sala operatoria	5545:50:00

2.3. Caratteristiche Strutturali e Impiantistiche

Il presidio Ospedaliero, la cui realizzazione risale, per il corpo di fabbrica originale, alla fine degli anni '60, ha subito nel corso degli anni numerosi interventi di ampliamento, sia con l'aggiunta di corpi fabbrica, sia con l'espansione o la sopraelevazione di quelli esistenti.

In breve, al fabbricato originale, sono stati aggiunti un avancorpo sul lato Ovest (Corpo F) dove sono allocati il DEA, l Radiologia e la Rianimazione, nonché è stato sopraelevato il corpo B, aggettante sulla via Tofane per l'ampliamento e ristrutturazione del blocco operatorio nel 2000. Verso Sud è stato realizzato, sempre in quel periodo, un nuovo edificio ospitante i magazzini generali e reparti di degenza, il Padiglione H. Sul fronte di via Tofane, in più periodi a partire dalla fine degli anni '70, sono stati realizzati due edifici (Corpi A e C), dei quali uno ulteriormente sopraelevato (Corpo C), destinati rispettivamente ai servizi amministrativi e generali dell'ospedale, oppure a reparti di degenza, dialisi e ambulatori.

L'edificio ha una struttura portante in cemento armato, solai misti latero-cementizi e tamponamenti in laterizio. Il corpo di fabbrica originale è caratterizzato da una struttura in cemento armato e solette in cemento armato e laterizio, una muratura a cassa vuota, serramenti metallici con vetri singoli stratificati e una copertura in parte a falde e in parte piana. L'edificio di più recente costruzione invece presenta caratteristiche strutturali più moderne che limitano le dispersioni.

Un progetto di ristrutturazione coinvolge tutto il corpo G dedito ai reparti di degenza: il piano terreno e il piano sesto sono già stati ristrutturati, anche se quest'ultimo è al momento ancora inagibile, i piani quarto e quinto sono chiusi in quanto in corso di ristrutturazione. Tra i lavori previsti e in parte già effettuati vi è la sostituzione di tutti i serramenti vecchi di quarant'anni con dei nuovi a doppio vetro dotati di efficienza decisamente superiore.

2.3.1. Centrale termica

Gli impianti di riscaldamento sono stati strutturati affinché la centrale termica originale supportasse tutti gli ampliamenti effettuati o ulteriormente previsti, ad eccezione delle due palazzine A e C sul fronte di via Tofane, dotate di due separate centrali, sia pur di piccola potenzialità. Tutte e tre le centrali termiche sono già state allacciate alla rete del teleriscaldamento cittadino nel 2015 e da Ottobre 2017 è stata allacciata una quarta stazione, il cui utilizzo avverrà a partire dal 2018.



Figura 2.3.1 – Stazione teleriscaldamento, Centrale termica principale P.O. Martini

La centrale termica principale è stata prevista sin dall'origine con sistema di produzione a vapore, inizialmente con quattro generatori a vapore. Come accennato, nel corso degli ultimi anni il presidio ospedaliero è stato convertito all'utilizzo del teleriscaldamento, sia per il riscaldamento sia per la produzione di acqua calda sanitaria, ma in ogni caso alcuni impianti dovranno necessariamente continuare ad essere alimentati a vapore poiché sono destinati alla produzione del vapore tecnico per le sterilizzatrici del blocco operatorio, non essendo possibile un'alimentazione ad acqua calda.

Detta centrale principale è munita di tre generatori a vapore di nuova installazione, dei quali uno solo è in funzione per la produzione di vapore, mentre gli altri due svolgono esclusivamente funzione di riserva, come previsto dalla normativa vigente. I generatori hanno rispettivamente due la potenza di 1698 kW e uno di 1358 kW. L'alimentazione della centrale è a gas metano per un solo generatore in utilizzo contemporaneo, causa la mancata disponibilità di combustibile in rete; il metano è comunque allacciato dal 2015 a due generatori (uno da 1698 kW e quello da 1358 kW), mentre per il terzo (per il solo utilizzo di emergenza) l'alimentazione è a gasolio.



Figura 2.3.2 – Generatori a vapore, centrale termica principale P.O. Martini

Il sistema di espansione dell'acqua è del tipo a vaso chiuso. Tutti i circolatori sono dotati di tecnologia inverter.

La centrale è dotata di SCIA presentata ai VV.F in data 11 aprile 2016.



Figura 2.3.3 – Circolatori con inverter, Centrale termica principale P.O. Martini

Dalla centrale termica principale si diramano anche le reti di distribuzione dell'acqua calda per la produzione di ACS in tutto il corpo di fabbrica, sempre tramite i circuiti del teleriscaldamento.

Solo il sistema di riscaldamento del blocco operatorio è alimentato a vapore.



Figura 2.3.4 – Collettori di mandata, Centrale termica principale P.O. Martini

Le due centrali termiche minori hanno mantenuto un solo generatore cadauna che svolge funzione di riserva, assecondando quanto previsto dalla normativa vigente.

In Tabella 2.3.1 sono riportate le caratteristiche tecniche e di funzionamento di tutti i generatori termici.

Tabella 2.3.1 – Censimento generatori di vapore centrali termiche P.O. Martini

Macchina	Ubicazione	Alimentazione	Uso	Potenza Nominale[kW]
Generatore termico 1	Centrale termica principale via Tofane 71	Gasolio/metano	ACS, umidificazione, sterilizzazione, riscaldamento. Ciclo continuo di funzionamento alternato con generatore 3	1358
Generatore termico 2	Centrale termica principale via Tofane 71	Gasolio/metano	Funzione di riserva (è attivo il teleriscaldamento)	1698
Generatore termico 3	Centrale termica principale via Tofane 71	Gasolio/metano	è attivo il sistema di teleriscaldamento, attività come generatore 1	1698
Generatore termico 4	Centrale termica via Tofane 75	Gasolio	E' attivo il teleriscaldamento, il generatore svolge funzione di riserva per riscaldamento e condizionamento	580
Generatore termico 5	Centrale termica via Tofane 67	Gasolio	E' attivo il teleriscaldamento, il generatore svolge funzione di riserva per riscaldamento e condizionamento	400

È comunque prevista la rimozione delle caldaie con il definitivo smantellamento delle centrali, al fine di eliminare anche tutte le problematiche e i costi indotti dal mantenimento “a freddo” delle medesime (manutenzione, verifiche cisterne, adeguamenti normativi, etc.) tramite l’installazione di gruppi refrigeranti in pompa di calore, già inseriti nel progetto di adeguamento della palazzina dialisi (Padiglione C).

Per quel che riguarda il teleriscaldamento, sono presenti tre sottostazioni di allaccio e distribuzione: la sottostazione 1 di potenzialità pari a 400 kW, serve per il riscaldamento della palazzina uffici (corpo A), la sottostazione 2 di potenzialità attualmente pari a 600 kW serve per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria della palazzina ambulatori-dialisi (corpo C). È in corso di realizzazione l’ampliamento della sottostazione per la conversione del riscaldamento del blocco operatorio, unico reparto che utilizza ancora il vapore tecnico a tal fine; la sottostazione 3 è dotata di due distinti scambiatori rispettivamente di potenzialità pari a 4.500 kW e di 800 kW.

L’impianto maggiore è destinato principalmente per il riscaldamento del corpo centrale del presidio, della nuova ala (corpo H) e della palazzina degenze (corpo G) in fase di ristrutturazione; serve inoltre per la produzione dell’acqua calda sanitaria delle medesime. Infine provvede a garantire il fluido per tutte le UTA relative a DEA, Rianimazione, Radiologia, Sala Parto, Neonatologia, UTIC, palazzina degenze, UTA ala nuova e altre minori.

L’impianto minore è dedicato alla produzione di acqua calda sanitaria per i cosiddetti piani bassi, ovvero il corpo centrale del presidio non posto come alimentazione idraulica sotto gruppi di pressurizzazione.

2.3.2. Impianti adduzione combustibile

Gli impianti di adduzione del gas metano sono tre: l’impianto principale che serve tutte le utenze tecnologiche della centrale termica principale del presidio, un impianto della ex cucina attualmente non in uso ma disponibile per eventuali altri utilizzi, un terzo impianto a servizio dei reparti di Laboratorio Analisi e Anatomia Patologica, per il funzionamento di alcune apparecchiature.

Gli impianti di adduzione del gasolio anche sono tre: l’impianto principale, costituito da sei cisterne delle quali solo quattro sono in uso con funzione di back-up per una caldaia della centrale termica principale del presidio; altri due impianti per le altre due centrali termiche

entrambi attualmente non in uso poiché in ciascuno vi è una sola caldaia collegata in funzione di back-up; di tali caldaie è previsto lo smantellamento.

2.3.3. Impianti adduzione acqua potabile

Gli impianti di adduzione dell'acqua potabile sono tre: un impianto dedicato alla linea di osmosi del Reparto di dialisi, un impianto a servizio della palazzina uffici e l'impianto principale, che serve tutte le utenze del presidio, con eccezione di quanto servito dalle altre due prese.

Il Piano Regolatore Generale dell'Acqua prevede una stima media di 768 litri/giorno per posto letto di acqua potabile. Da tale dato si possono stimare i consumi di acqua per la struttura pari a circa 69'800 metri cubi/annui.

2.3.4. Impianti di refrigerazione

Gli impianti di refrigerazione originali sono stati completamente smantellati nel corso degli anni e sostituiti con altri più recenti. Sono state realizzate tre isole di produzione centralizzata per l'acqua refrigerata, dotate di sistemi di regolazione automatizzata per la messa in funzione e la parzializzazione dei gruppi frigo. Ciò ha consentito di razionalizzare l'accensione e lo spegnimento dei gruppi frigo, eliminando diseconomie nella produzione e distribuzione dell'acqua refrigerata.



Figura 2.3.5 – Esempio di gruppo frigo: modello TRANE CGAM

Alcuni gruppi frigo meno recenti (del 2005) non sono in grado di dialogare con i sistemi centralizzati, mentre tutti gli altri di ultima acquisizione (2013, 2014 e 2015) sono dotati di scheda di interfacciamento tipo bus e compatibili tra loro, essendo monomarca (Trane).

La palazzina degenze, in fase di ristrutturazione, è dotata di due gruppi refrigeranti indipendenti e a servizio esclusivo della medesima, così come il corpo H di più recente costruzione è servito da gruppi refrigeranti autonomi, di nuova installazione (2014 e 2015), che garantiscono la copertura dell'edificio stesso.

Le isole di produzione centralizzata servono rispettivamente:

- Blocco DEA: il DEA e il Pronto Soccorso, Radiologia, Rianimazione e Unità coronarica, Blocco parto e blocco operatorio annesso al blocco parto;
- Blocco Sale: sale operatorie, sterilizzazione, uffici al piano secondo;
- Blocco Uffici/Anatomia: uffici al primo piano, CUP e Sala Prelievi, Laboratorio Analisi, Centro Ecografico, Ambulatori vari, Psichiatria, corridoio centrale, farmacia ospedaliera, CED, officina.

L'elenco di tutti i gruppi frigo presenti nella struttura è riportato in Tabella 2.3.2, completo di zona servita e periodo di funzionamento.

Tabella 2.3.2 – Censimento Gruppi Frigo P.O. Martini

GF	zona	pot. Frigo [kW]	pot. El [kW]	funzionamento
GF 1	GF centralizzati blocco DEA	180	66,18	da apr a ott
GF 2	GF centralizzati blocco DEA	180	66,18	da apr a ott
GF 3	GF centralizzati blocco DEA	180	66,18	da apr a ott
GF 4	GF centralizzati blocco DEA	180	62,7	da apr a ott
GF 5	GF blocco operatorio	241,3	112,5	da apr a ott
GF 6	GF blocco operatorio	186,7	86,51	da apr a ott
GF 7	GF blocco operatorio	186,7	86,51	da apr a ott
GF 8	GF corpo H	230	88,1	da apr a ott
GF 9	GF locale citostatici	55	19,7	da apr a ott
GF 10	GF anatomia e palazzina uffici	180	62,7	da apr a ott
GF 11	GF anatomia e palazzina uffici	180	62,7	da apr a ott
GF 12	GF anatomia e palazzina uffici	180	62,7	da apr a ott
GF 13	GF odontostomatologia	55	19,7	da apr a ott
GF 14	GF locale TAC	30	18,1	da apr a ott
GF 15	GF corpo G ristrutturato	769	270	da apr a ott
GF 16	GF corpo G ristrutturato	769	270	da apr a ott

Alcune aree del presidio ospedaliero non sono ancora dotate di gruppi centralizzati, per cui sono fornite di impianti split. In Tabella 2.3.3 vi è il censimento di tali sistemi con annessa la zona asservita. Essendo in atto un progetto di ristrutturazione e adeguamento che prevede la fornitura e posa di gruppi refrigeranti nuovi e l'ampliamento delle attuali isole climatizzate,

nel corso del prossimo anno tutti gli split verranno dismessi e sostituiti dagli impianti in fase di completamento.

Tabella 2.3.3 – Censimento impianti split P.O. Martini, suddivisione per zone servite

zona servita da split	quantità
CED piano interrato	4
appartamento cappellano	1
Dialisi - piano terra	11
Dialisi - primo piano	10
Dialisi - secondo piano	10
Psichiatria	7
Ala centrale _ secondo piano	1
Sala conferenze	1
Radiologia	5
Locali cabine elettriche	4
Centrale termica	1
Ambulatori piano terra	20
Odontostomatologia - piano primo	3
Portineria - piano terra locale centralino	1
Piano terra - interno uffici	1
Farmacia	5
otorino-urologia	2
endoscopia piano primo	8
neurologia - piano primo	5
Pediatria - piano terra	1
Medicina d'urgenza	3
Camera calda 118	1
Codice bianco piano terra	1
Sert	1
Ecodoppler	2
Distribuzione farmaci	1
Portatili	30
	140

2.3.5. Impianti di ventilazione

Gli impianti con UTA, quindi a ricambi totali o con integrazioni locali mediante unità idroniche, sono riferiti ai reparti:

- DEA-Pronto Soccorso
- Radiologia
- Rianimazione – Unità coronarica
- Blocco parto
- Blocco operatorio annesso al blocco parto

- Sale operatorie
- Sterilizzazione
- Uffici piano 2°
- Laboratorio Analisi
- Centro Ecografico
- Ambulatori.

L'elenco delle unità presenti, correlato dalle caratteristiche tecniche, è in Tabella 2.3.4.

Tabella 2.3.4 – Censimento Unità Trattamento Aria presenti nel P.O. Martini

UTA	zona	Pot. Installata mandata [kW]	Pot. Installata ripresa/estrazione [kW]	funzionamento
UTA 1	radiologia	5,50	0,75	24/24 h
UTA 2	pronto soccorso - dea	13,00	0,00	24/24 h
BOOSTER	PS - Locali interventi emergenza	4,00	0,00	24/24 h
UTA 3	blocco parto e nido - aria primaria nido	0,50	0,00	24/24 h
UTA 4	blocco parto e nido - sale operatorie	7,50	3,00	24/24 h
UTA 5	blocco parto e nido - sale parto	4,00	2,20	24/24 h
UTA 6	Rianimazione - UTIC	0,40	0,00	24/24 h
UTA 7	Rianimazione - corridoio e studi medici	1,50	0,82	24/24 h
UTA 8	blocco operatorio - Sala E	3,00	0,75	24/24 h
UTA 9	blocco operatorio - Sale C e D	4,00	1,50	24/24 h
UTA 10	blocco operatorio - Sala F	11,00	4,00	24/24 h
UTA 11	blocco operatorio - Sala sterilizzazione	5,50	3,00	24/24 h
UTA 12	blocco operatorio - locali spogliatoi	5,50	2,20	24/24 h
UTA 13	blocco operatorio - Sale A e B	11,00	4,00	24/24 h
UTA 14	corpo H lato est	5,50	2,20	24/24 h
UTA 15	corpo H lato ovest	5,50	2,20	24/24 h
UTA 16	corpo H - UTIC	5,50	2,20	24/24 h
UTA 17	locale citostatici primo piano	1,33	0,22	24/24 h
UTA 18	camera mortuaria	0,10		24/24 h
UTA 19	anatomia patologica	0,37		24/24 h
UTA 20	uffici nuova elevazione 2 piano	2,79	0,75	quasi sempre off
UTA 21	uffici CUP piano terra	0,09		24/24 h
UTA 22	ambulatori piano terra	0,11		24/24 h
UTA 23	laboratorio analisi	0,09		24/24 h
UTA 24	odontostomatologia	0,11		24/24 h
UTA 25	TAC piano terra	1,33	0,22	24/24 h
UTA 26	corpo G	18,50	7,50	24/24 h
UTA 27	corpo G	18,50	7,50	24/24 h

2.3.6. Regolazione impianti di riscaldamento e raffrescamento

La termoregolazione della palazzina degenze, ossia il corpo G, è in fase di sostituzione, in concomitanza con l'avanzamento delle lavorazioni per l'adeguamento ex art. 20, con l'installazione di sistemi integrati di controllo centralizzato per ogni singolo ambiente. La palazzina uffici è dotata di sistemi di automazione a tempo per l'accensione e lo spegnimento di tutti i terminali di erogazione del calore, suddivisi per piano e/o per zone.

Tutti gli impianti di unità di trattamento aria sono dotati di sistemi automatici di regolazione dei parametri microclimatici.

I sistemi di regolazione degli impianti di riscaldamento sono di diversa tipologia e si possono sostanzialmente suddividere per le seguenti tipologie:

- Impianti con radiatori
- Impianti con sistemi idronici
- Impianti con UTA

Gli impianti con radiatori, che sostanzialmente contraddistinguono il corpo di fabbrica originale e la palazzina ambulatori/dialisi, sono riscaldati tramite teleriscaldamento e la regolazione degli ambienti avviene mediante centraline di regolazione a curva climatica.

Va precisato che tutta la palazzina degenze, collegata al corpo di fabbrica originale, è sottoposta a ristrutturazione e i nuovi impianti prevedono sistemi idronici con regolazione centralizzata e comandi di variazione minima in ogni ambiente, nonché una UTA centralizzata per i ricambi aria, anch'essa alimentata tramite teleriscaldamento. Analogo ragionamento va fatto per la palazzina ambulatori/dialisi, dove sono in fase avanzata di progettazione gli interventi per la ristrutturazione dei piani.

Gli impianti con sistemi idronici sono stati realizzati presso la palazzina uffici, CUP e Sala Prelievi, nonché in altri locali del presidio.

La regolazione del funzionamento degli impianti avviene con le differenti modalità a seconda della zona servita dall'impianto. Gli impianti dei reparti di DEA – Pronto Soccorso e Radiologia sono dotati di centralina di regolazione che gestisce tutte le regolazioni sia delle UTA, sia dei terminali idronici presenti nei singoli ambienti; gli utenti possono apportare limitate variazioni agendo sui termostati dei ventilconvettori. Il funzionamento è continuo.

Gli impianti dei reparti di Rianimazione – Unità coronarica, Blocco Parto, Blocco operatorio annesso al blocco parto, Sale operatorie, Sterilizzazione sono dotati di centralina di regolazione, che gestisce tutte le regolazioni delle UTA.

Gli impianti degli uffici al secondo piano sono forniti di centralina di regolazione che gestisce tutte le regolazioni della UTA (spenta su richiesta della Direzione Sanitaria), gli utenti possono apportare limitate variazioni agendo sui termostati mentre per i ventilconvettori presenti nei singoli ambienti sul circuito vi è un interruttore orario per lo spegnimento nelle ore notturne e nelle giornate non lavorative.

Negli uffici al primo piano, CUP e Sala Prelievi, nel Centro Ecografico e negli Ambulatori sono presenti termostati ambiente in ogni locale, che comandano i terminali idronici: sul circuito elettrico dedicato è presente un interruttore orario per lo spegnimento nelle ore notturne e nelle giornate non lavorative. Nel Laboratorio Analisi invece sul circuito elettrico non è presente alcun sistema di limitazione in quanto l'attività presente è di tipo 24/24 h.

La nuova ala di degenze del presidio è composta di UTA per i ricambi aria, dotata di centralina di regolazione nonché di radiatori ambiente, gestiti sempre tramite centralina.

Nel reparto di Psichiatria i terminali idronici sono coordinati tramite telecomandi in dotazione al personale di reparto, sul circuito elettrico dedicato non è presente alcun sistema di limitazione, in quanto l'attività presente è di tipo 24/24 h.

Per quel che riguarda il blocco comprendente la Farmacia ospedaliera, il CED e l'Officina l'impianto è in fase di ultimazione: saranno presenti termostati in ogni locale che comandano i terminali idronici. Sul circuito elettrico dedicato presso l'officina sarà presente un interruttore orario per lo spegnimento nelle ore notturne e nelle giornate non lavorative, mentre per quanto riguarda Farmacia e CED non è possibile limitare le ore di funzionamento.

2.3.7. Impianti elettrici

L'impianto elettrico di alimentazione del presidio ospedaliero ha subito negli anni diverse modifiche per poter alimentare tutti i vari corpi di fabbrica e soprattutto per il continuo aumento ed utilizzo di apparecchiature elettriche e della relativa potenza elettrica di assorbimento. La consistenza attuale dell'impianto elettrico risulta essere la seguente: il Presidio Ospedaliero è alimentato in media tensione a 6.3 kV dal Distributore (sono presenti due distinte forniture delle quali una in riserva calda) e possiede un'architettura distributiva

interna articolata su tre cabine MT/BT denominate rispettivamente CE1, CE2, CE3. La cabina CE1 è la principale e da essa vengono alimentate le altre due. La configurazione dello schema elettrico di distribuzione interno al Presidio risulta essere di tipo radiale semplice.

2.3.7.1. Cabine elettriche

Il corpo principale dell'Ospedale è alimentato dalla cabina CE1 nella quale si trovano tre trasformatori da 630 kVA, tensione 6.3kV/400V, dei quali uno è in riserva fredda.

Il corpo H è alimentato dalla cabina CE2 nella quale vi è un solo trasformatore da 630 kVA e tensione 6.3kV/400V con doppio primario (già predisposto per il futuro allaccio alla rete a 22 kV).

Il corpo G è alimentato dalla cabina CE3 di recente realizzazione nella quale si trovano due trasformatori in parallelo da 1600 kVA, tensione 6.3kV/400V, con doppio primario, anch'essi già predisposti per il futuro allaccio alla rete a 22 kV, dei quali momentaneamente uno è in riserva fredda.



Figura 2.3.6 – Cabine elettriche: CE 3 (sinistra) e CE1 (destra), P.O. Martini

Le cabine CE1 e CE2 possiedono due gruppi elettrogeni ubicati presso l'area attigua alla CE1 per i servizi di emergenza, mentre la CE3 risulta avere un proprio gruppo elettrogeno nella

propria area di pertinenza per i servizi di emergenza. Il presidio Ospedaliero risulta inoltre dotato di 12 gruppi di continuità (o UPS, *Uninterruptible Power Supply*) che garantiscono la sezione elettrica di continuità ove prevista. In ogni cabina le utenze in bassa tensione sono suddivise in tre sezioni: normale, privilegiata e di sicurezza. La sezione normale raggruppa le utenze non collegate ai gruppi elettrogeni, si tratta infatti di quelle utenze che non necessitano di continuità di servizio (ad esempio sterilizzazione, lavanderia, ambulatori) e di quelle che invece hanno consumi troppo elevati per poter funzionare collegate ai gruppi di continuità. La sezione privilegiata comprende invece le utenze collegate al gruppo elettrogeno ma non dotate di gruppo UPS, si tratta di quei servizi per cui una eventuale mancanza di corrente per un periodo breve (di solito occorre circa una mezz'ora affinché entrino in funzione i gruppi elettrogeni alimentati da motori Diesel) non causa problemi. La sezione di sicurezza invece è composta dalle utenze per cui è obbligatorio garantire la continuità di servizio, per cui sono collegate ai gruppi UPS.



Figura 2.3.7 – Utenze in bassa tensione, CE1, P.O. Martini

La potenza elettrica complessiva media di assorbimento reale di 1250 kVA, il sistema elettrico di tipo TN-S.

L'Ente Distributore (AEM) sta attualmente dismettendo tutta la propria rete in media tensione a 6.3 kV sostituendola con una nuova a 22 kV ed alla luce del prossimo completamento delle lavorazioni ex art.20 all'interno della palazzina del corpo G e del conseguente aumento di potenza elettrica assorbita, sono stati previsti una serie di interventi per poter dotare il Presidio Ospedaliero di una cabina elettrica di ricezione per la nuova tensione di 22 kV, quella che sarà la CEO, ed i relativi lavori di adeguamento elettrico di ciascuna delle cabine elettriche esistenti.

2.3.8. Impianti di illuminazione

I sistemi di illuminazione sono per la maggior parte dotati di lampade a fluorescenza. Nel periodo tra fine 2015 ed inizio 2016, nel processo di adeguamento degli impianti elettrici soprattutto in ottica di risparmio energetico, sono state compiute alcune opere di sostituzione di plafoniere esistenti obsolete con plafoniere con tecnologia led che prevedono un minore consumo energetico. Coerentemente con tale intervento, nel corso degli anni a venire man mano che i sistemi di illuminazione necessiteranno di manutenzione e sostituzione verranno rimpiazzati da plafoniere con tecnologia LED.

In Tabella 2.3.5 sono riportate la quantità e la tipologia di plafoniere presenti nell'edificio.

Tabella 2.3.5 – Censimento apparecchi illuminanti P.O. Martini

Tipo lampada	Quantità
Fluorescente 2x18W	76
Fluorescente 4x18W	928
Fluorescente 1x36W	114
Fluorescente 2x58W	79
Fluorescente 2x36W	619
Fluorescente 1x18W	86
Fluorescente 1x58W	59
Fluorescente 3x58W	25
fluorescente 2x35W	646
fluorescente 4x14W	585
fluorescente 1x35W	96
fluorescente 2x26W	467
fluorescente 1x28W	23
fluorescente 2x28W	94
Led alta efficienza	141
fluorescente 1x26W	185
fluorescente 1x24W	455
	4678

2.3.9. Impianti elevatori

Gli impianti elevatori del presidio sono stati adeguati elettricamente con nuovi quadri elettrici aventi tecnologia inverter che consente di modulare il numero di giri dei motori di trazione rispetto alla effettiva richiesta di potenza elettrica di trazione per la movimentazione degli argani, con conseguente minor consumo di energia elettrica.

Il presidio ospedaliero è predisposto a livello impiantistico per 20 ascensori, ma attualmente ne sono stati installati solo 17.

Tabella 2.3.6 – Censimento impianti elevatori P.O. Martini

Presidio	N° impianto	N° matricola	N° di fermate
PRESIDIO OSPEDALIERO MARTINI Via Tofane, 71 - TORINO	1) 1006/09	1272/4453	3
	2) SF024665	21496	5
	4) SF024667	21486	8
	5) SF024668	21487	8
	6) SF024669	21491	8
	7) SF024670	21492	8
	8) SF024671	21495	8
	9) SF024672	21488	8
	10) 54KG9824	21490	8
	11) SF024674	21494	10
	13) CC004703	31901	5
	14) CC004701	31899	5
	15) CC004702	31900	5
	17) SH024648	TO/100304/98	4
	18) SH024647	TO/100303/98	4
	19) 22N44375	TO 1272/1192	4
	20) SH024649	TO/100305/98	2

2.3.10. Gestione impianti elettrici

Il funzionamento e l'utilizzo degli apparecchi per l'illuminazione esterna, così come di motori, ventilatori, estrattori, etc. per le varie tipologie impiantistiche, è regolato da sistemi di spegnimento ed accensione, che con l'ausilio di dispositivi crepuscolari, timer ed orologi dovrebbero garantire l'utilizzo di energia elettrica in maniera ponderata ed in prospettiva di risparmio energetico. Tuttavia, dai sopralluoghi effettuati è emerso che non tutti i dispositivi di regolazione vengono sfruttati e alcuni sistemi risultano sempre attivi.

Per quel che riguarda l'illuminazione standard non esiste regolazione, accensione e spegnimento sono a carico degli utenti.

Capitolo 3 – L’Inventario Energetico

3.1. Consumi termici

3.1.1. Raccolta bollette

Al fine di definire i consumi termici del presidio ospedaliero oggetto d’analisi sono state raccolte le bollette degli ultimi tre anni (2015, 2016, 2017) riguardanti la fornitura di gas metano e del teleriscaldamento. Per meglio comprendere tali dati, si è fatto riferimento alle temperature medie mensili registrate dall’ARPA⁷ presso la stazione meteorologica di Torino Alenia, in quanto è quella più vicina al sito preso in esame.

Vengono riportate una serie di tabelle e grafici contenenti le bollette e le fatturazioni raccolte per i tre anni, il fabbisogno termico risultante e la media mensile ed annuale calcolata sui tre anni. Bisogna tener presente che il passaggio dall’alimentazione a gasolio a quella a metano per i generatori di vapore è avvenuto nel maggio 2016, per cui prima di tale data i consumi di gas registrati sono praticamente nulli (come si evidenzia in Tabella 3.1.1), in quanto gli impianti di adduzione erano attivi ma non utilizzati.

Tabella 3.1.1- Bollette gas metano, anno 2015, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2015 - GAS METANO			
Periodo	T media °C	consumi [Smc]	Spesa [€]
gen	5,3	2	€ 12,64
feb	5	2	€ 12,64
mar	10,8	2	€ 12,64
apr	14,9	1	€ 12,64
mag	19	2	€ 12,64
giu	23,3	1	€ 12,64
lug	29,6	1	€ 12,64
ago	25,1	1	€ 12,64
set	20,5	2	€ 12,64
ott	13,6	1	€ 12,64
nov	9,2	3	€ 12,64
dic	5,9	4	€ 12,64
TOTALE 2015	15,2	22	€ 151,68

⁷ Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Piemonte

Tabella 3.1.2 – Bollette gas metano, anno 2016, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2016 - GAS METANO			
Periodo	T media °C	consumi [Smc]	Spesa [€]
gen	5,5	1	€ 128,91
feb	7,1	1	€ 128,91
mar	9,8	1	€ 128,91
apr	14,5	1	€ 130,22
mag	16,6	19018,88	€ 13.854,00
giu	21,2	15358,12	€ 2.404,62
lug	24,6	15627	€ 9.341,17
ago	23,9	23626	€ 7.753,65
set	21,1	17528	€ 5.416,62
ott	13,1	20709	€ 6.336,32
nov	8,8	21228	€ 6.487,43
dic	4,9	21604	€ 6.598,89
TOTALE 2016	14,3	154703	€ 58.709,65

Tabella 3.1.3 – Bollette gas metano, anno 2017, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2017 - GAS METANO			
Periodo	T media °C	consumi [Smc]	Spesa [€]
gen	2,7	23199	€ 8.195,11
feb	6,7	18029	€ 9.638,06
mar	12,4	18177	€ 6.206,90
apr	14,4	17298	€ 5.902,90
mag	18,6	17876	€ 5.166,98
giu	23,8	12998	€ 3.813,42
lug	24,6	13426	€ 8.153,49
ago	25,3	13621	€ 8.268,60
set	18,4	16029	€ 9.690,25
ott	15,4	15123	€ 4.742,19
nov	8,0	22420	€ 6.921,19
dic	2,2	22268	€ 6.592,14
TOTALE 2017	14,4	210464	€ 83.291,23

Un grafico raffigurante l'andamento dei consumi nel periodo da gennaio 2015 ad aprile 2016 sarebbe stato insignificante, indi per cui è stato omissso. Per la stessa ragione risulta difficile effettuare un confronto sul trend registrato nei tre anni presi in considerazione.

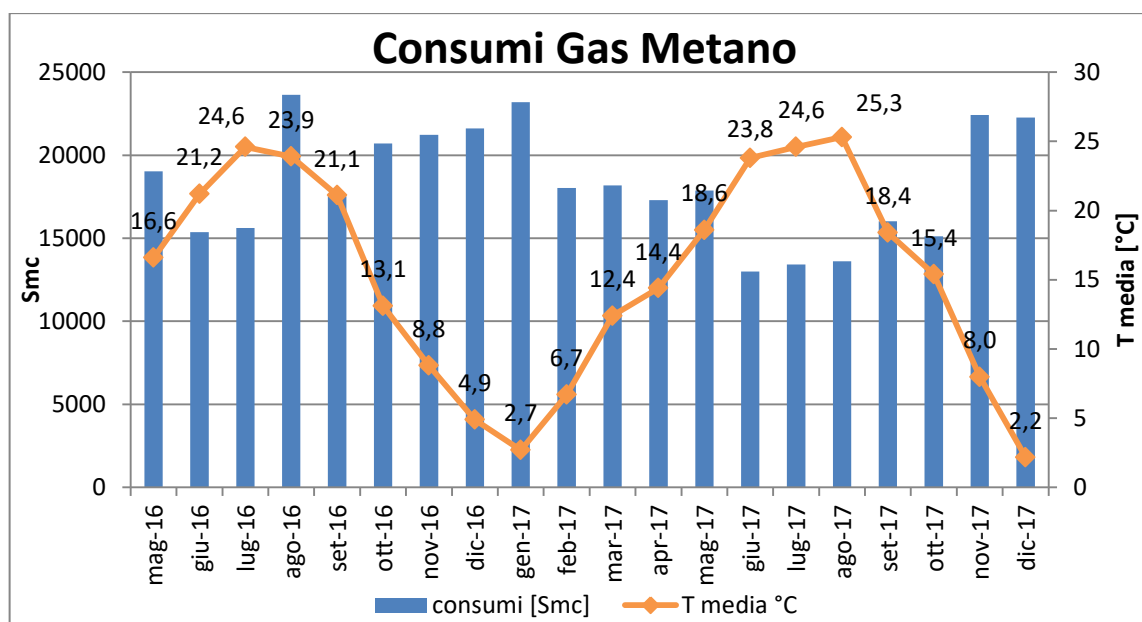


Figura 3.1.1 – Andamento consumi gas metano in correlazione alla T media esterna, P.O. Martini

Alla luce di congruagli, accrediti e addebiti, un paragone in termini di spesa mensile è poco consistente, per cui non è stato riportato.

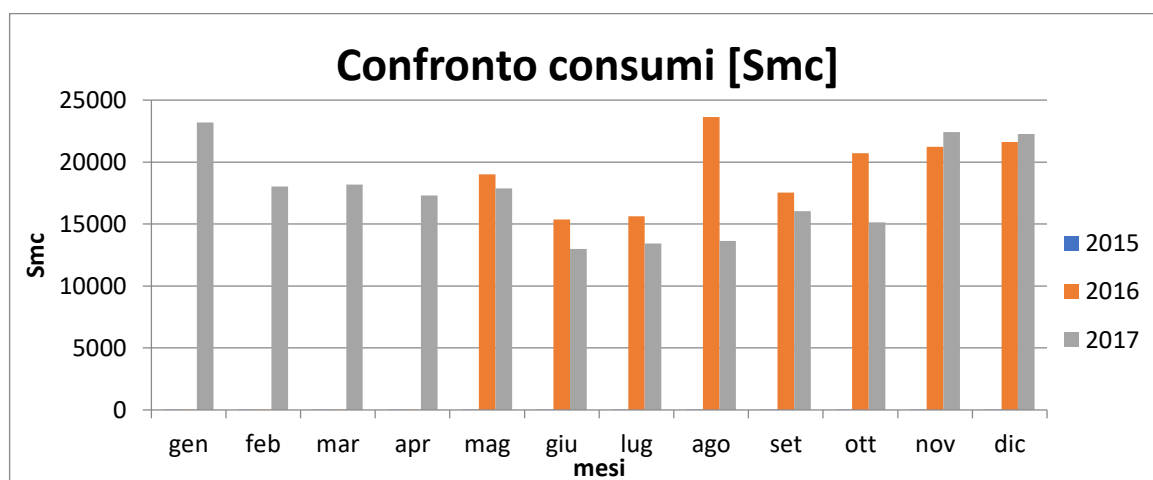


Figura 3.1.2 – Confronto consumi di gas metano sul triennio, P.O. Martini

Come già spiegato, il confronto tra i consumi di gas metano nei tre anni esaminati è quasi irrilevante e comunque è possibile solo nei mesi da maggio a dicembre tra il 2016 e il 2017.

Il consumo di gas naturale del presidio ospedaliero, calcolato sulla media dei tre anni, è riportato in Tabella e in Figura 3.1.3: è evidente che il valore mediato sui tre anni non è significativo a causa del diverso funzionamento riscontrato. Per tale ragione per valutare un consumo medio, conviene riferirsi a quello relativo al 2017 che si assume sia quello più rappresentativo per l'edificio. Il relativo andamento è riportato per chiarezza in Figura 3.1.4.

Tabella 3.1.4 – Consumi di gas metano mediati sui tre anni, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI media triennio - GAS METANO			
Periodo	T media °C	consumi [Smc]	Spesa [€]
gen	4,5	7734,00	2778,89
feb	6,3	6010,67	3259,87
mar	11,0	6060,00	2116,15
apr	14,6	5766,67	2015,25
mag	18,1	12298,96	6344,54
giu	22,8	9452,37	2076,89
lug	26,3	9684,67	5835,77
ago	24,8	12416,00	5344,96
set	20,0	11186,33	5039,84
ott	14,0	11944,33	3697,05
nov	8,7	14550,33	4473,75
dic	4,3	14625,33	4401,22
TOTALE	14,6	121730	€ 47.384,19

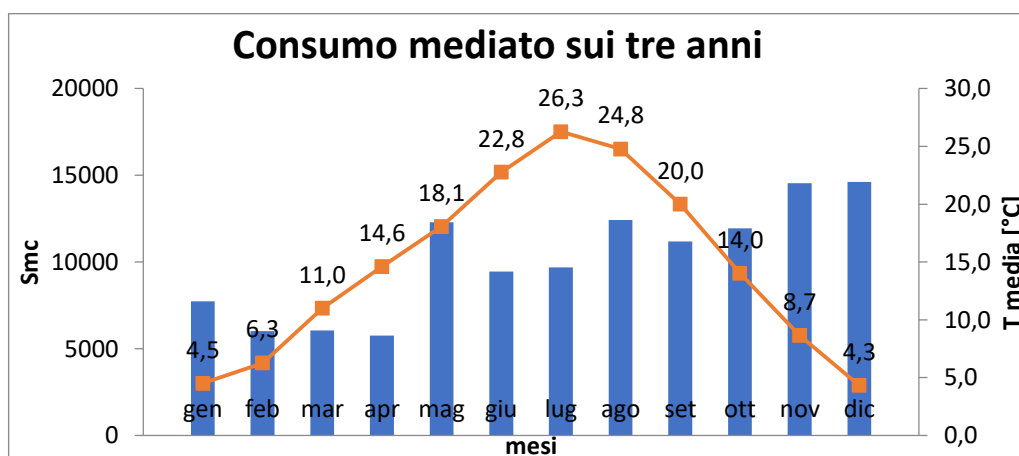


Figura 3.1.3 – Andamento mensile medio dei consumi di gas metano, P.O. Martini

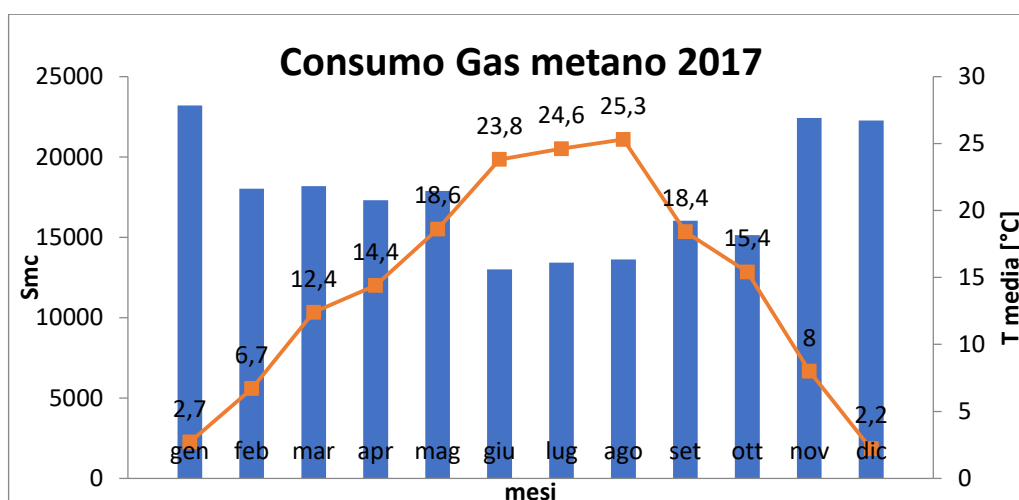


Figura 3.1.4 – Andamento mensile dei consumi di gas metano, 2017, P.O. Martini

Per quel che concerne il teleriscaldamento invece la fornitura delle tre stazioni allacciate è cominciata proprio nel 2015. Nell'ottobre 2017 è stata aggiunta una quarta stazione il cui funzionamento comincerà da gennaio 2018, per cui non influisce sui consumi attualmente registrati ed un confronto tra i tre diversi anni considerati risulta ragionevole.

In Tabella 3.1.5 e in Figura 3.1.5 vi sono i dati relativi alle bollette del 2015.

Tabella 3.1.5 – Bollette teleriscaldamento, anno 2015, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2015 - Teleriscaldamento					
Periodo	T media °C	consumi [Mcal]	Prezzo [€/Mcal]	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	5,3	693202	0,0785976	725107	€ 54.484,01
feb	5	655388	0,0785976	685552	€ 51.511,92
mar	10,8	569707	0,0785976	595928	€ 44.777,60
apr	14,9	211942,19	0,0750388	221697	€ 15.903,89
mag	19	240201,14	0,0541008	251256	€ 12.995,07
giu	23,3	81184	0,0541008	84921	€ 4.392,12
lug	29,6	58136	0,053273	60812	€ 3.097,08
ago	25,1	118422	0,053273	123872	€ 6.308,70
set	20,5	115756	0,0535273	121084	€ 6.196,11
ott	13,6	417034	0,074861	436228	€ 31.219,58
nov	9,2	482365	0,074861	504566	€ 36.110,33
dic	5,9	613094	0,074861	641312	€ 45.896,83
TOTALE 2015	15,2	4256431,33	€ 0,06	4452334	€ 312.893,24

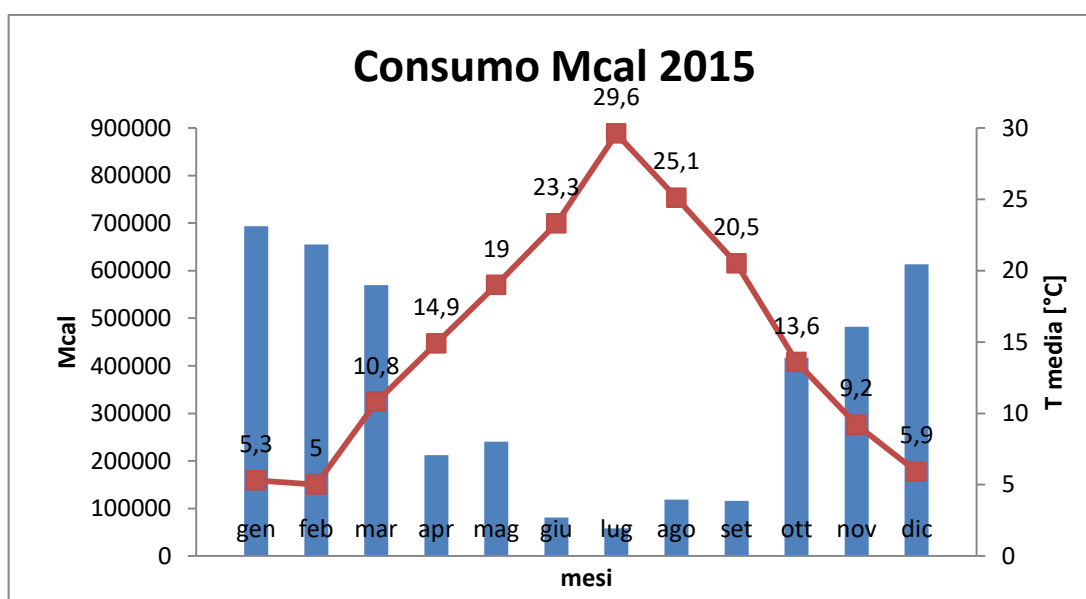


Figura 3.1.5 – Andamento consumi TLR rispetto alla T media esterna. 2015, P.O. Martini

In Tabella 3.1.6 e in Figura 3.1.6 vi sono i dati relativi alle bollette del 2016.

Tabella 3.1.6 – Bollette teleriscaldamento, anno 2016, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2016 - TELERISCALDAMENTO					
Periodo	T media °C	consumi [Mcal]	Prezzo [€/Mcal]	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	5,5	655113,6	0,0724415	685265	€ 47.457,41
feb	7,1	513058,8	0,0724415	536672	€ 37.166,75
mar	9,8	479966,96	0,0724415	502057	€ 34.769,53
apr	14,5	279519,39	0,0654879	292384	€ 18.305,14
mag	16,6	193015,25	0,0472148	201899	€ 9.113,18
giu	21,2	138460	0,0472148	144833	€ 6.537,36
lug	24,6	121690	0,0480226	127291	€ 5.843,87
ago	23,9	156176	0,0480226	163364	€ 7.499,98
set	21,1	155316	0,0480226	162464	€ 7.458,68
ott	13,1	412051,8	0,0684181	431017	€ 28.191,80
nov	8,8	631996,6	0,0684181	661084	€ 43.240,01
dic	4,9	853549,8	0,0684181	892835	€ 58.398,26
TOTALE 2016	14,3	4589914,2	€ 0,06	4801165	€ 303.981,95

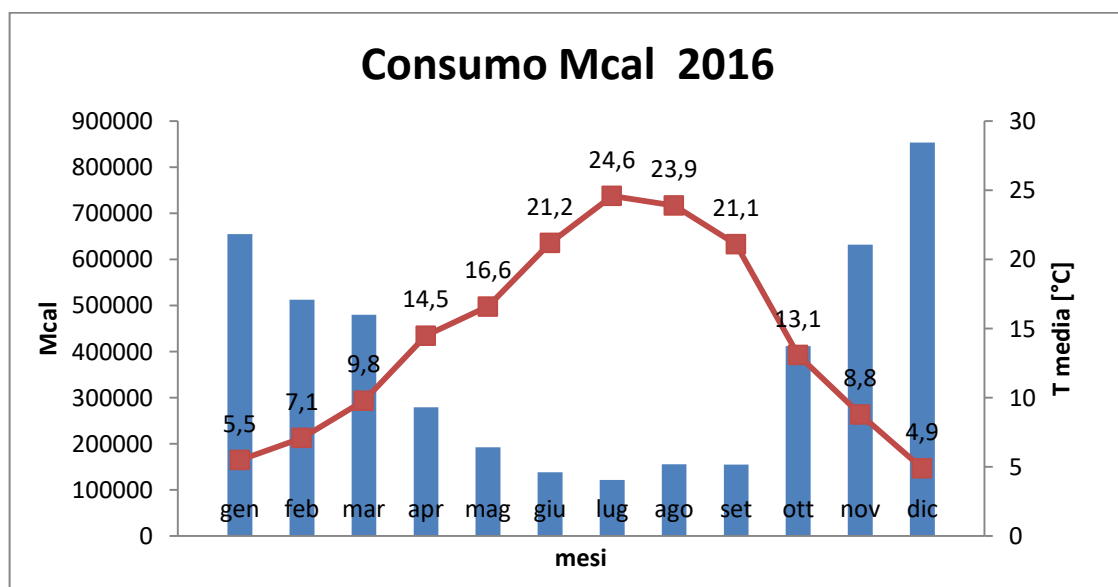


Figura 3.1.6 – Andamento consumi TLR rispetto alla T media esterna. 2016, P.O. Martini

In Tabella 3.1.7 e in Figura 3.1.7 vi sono i dati relativi alle bollette del 2017.

Tabella 3.1.7 – Bollette teleriscaldamento, anno 2017, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2017 - TELERISCALDAMENTO					
Periodo	T media °C	consumi [Mcal]	Prezzo [€/Mcal]	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	2,7	982283,2	0,071135	1027493	€ 69.874,72
feb	6,7	700839,8	0,071135	733096	€ 49.854,24
mar	12,4	533630	0,071135	558190	€ 37.959,77
apr	14,4	352625,3	0,0700004	368855	€ 24.683,91
mag	18,6	272844,1	0,0504682	285402	€ 13.769,95
giu	23,8	189767,6	0,0504682	198502	€ 9.577,23
lug	24,6	150199	0,0483849	157112	€ 7.267,36
ago	25,3	182285,6	0,0483849	190675	€ 8.819,87
set	18,4	182019	0,0483849	190396	€ 8.806,97
ott	15,4	363814,4	0,0683946	380559	€ 24.882,94
nov	8,0	646320,0791	0,0683946	676067	€ 44.204,80
dic	2,2	1124423,4	0,0683946	1176175	€ 76.904,49
TOTALE 2017	14,4	5681051,479	€ 0,06	5942522	€ 376.606,25

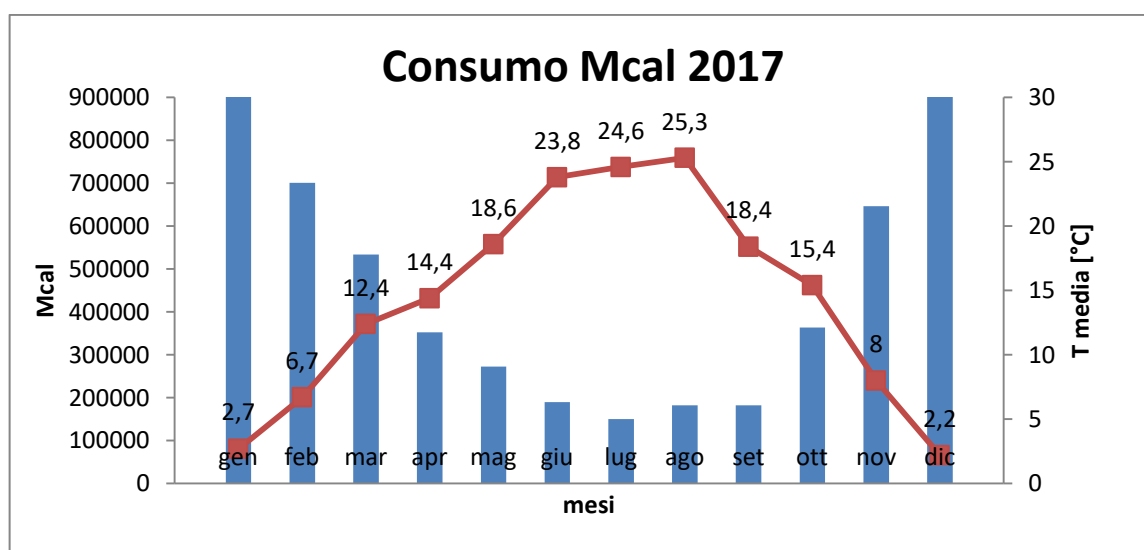


Figura 3.1.7 – Andamento consumi TLR rispetto alla T media esterna. 2017, P.O. Martini

Mettendo a confronto gli andamenti mensili per i tre anni ciò che risulta è rappresentato in Figura 3.1.8. Non sono state riscontrate particolari anomalie, il trend dei consumi è giustamente coerente con quello della temperatura esterna: minore è la temperatura esterna, maggiore è il fabbisogno termico per il riscaldamento. Vi è quindi una decrescita dei consumi andando dalle condizioni climatiche invernali a quelle miti e poi estive da gennaio ad agosto, ed analogamente si ha un aumento in senso inverso da settembre a dicembre.

L'andamento in termini di spesa non è stato riportato perché proporzionale a quello dei consumi, dal momento che la misurazione e la fatturazione sono più precise rispetto a quanto avviene per il gas metano.

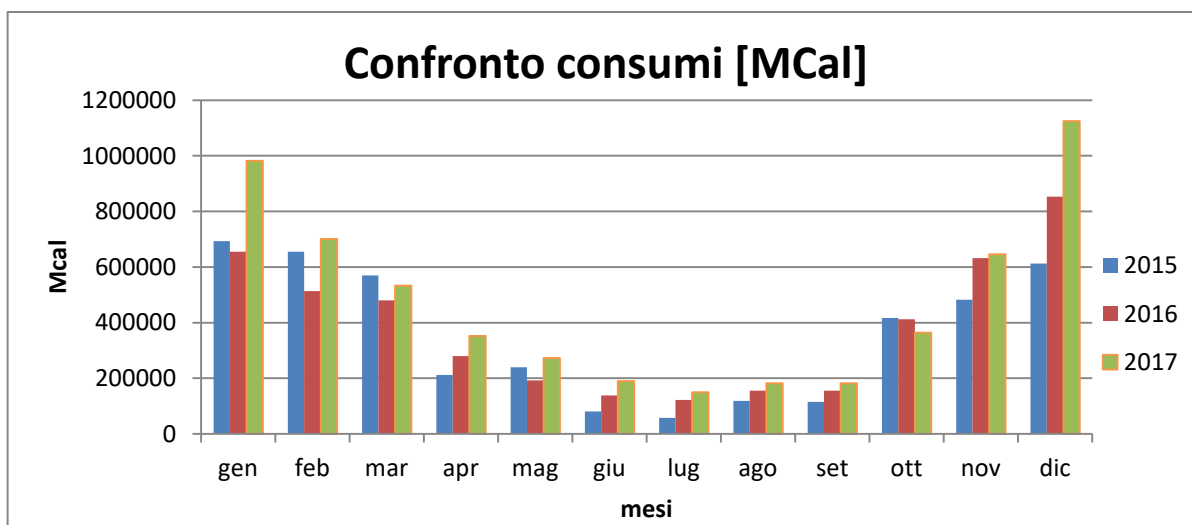


Figura 3.1.8 – Confronto consumi TLR sul triennio, P.O. Martini

La media mensile calcolata sul triennio è quella riportata in Tabella 3.1.8, il cui andamento è illustrato in Figura 3.1.9. A differenza della media ottenuta sul triennio per il gas metano, quella del teleriscaldamento è ritenuta rappresentativa del fabbisogno medio del presidio.

Tabella 3.1.8 – Consumi teleriscaldamento mediati sui tre anni, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI media triennio - Teleriscaldamento					
Periodo	T media °C	consumi [Mcal]	Prezzo [€/Mcal]	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	4,5	776866,27	€ 0,07	812622	€ 57.272,05
feb	6,3	623095,53	€ 0,07	651774	€ 46.177,64
mar	11,0	527767,99	€ 0,07	552059	€ 39.168,97
apr	14,6	281362,29	€ 0,07	294312	€ 19.630,98
mag	18,1	235353,50	€ 0,05	246186	€ 11.959,40
giu	22,8	136470,53	€ 0,05	142752	€ 6.835,57
lug	26,3	110008,33	€ 0,05	115071	€ 5.402,77
ago	24,8	152294,53	€ 0,05	159304	€ 7.542,85
set	20,0	151030,33	€ 0,05	157982	€ 7.487,25
ott	14,0	397633,40	€ 0,07	415935	€ 28.098,11
nov	8,7	586893,89	€ 0,07	613906	€ 41.185,05
dic	4,3	863689,07	€ 0,07	903440	€ 60.399,86
TOTALE	14,6	4842465,67	€ 0,06	5065341	€ 331.160,48

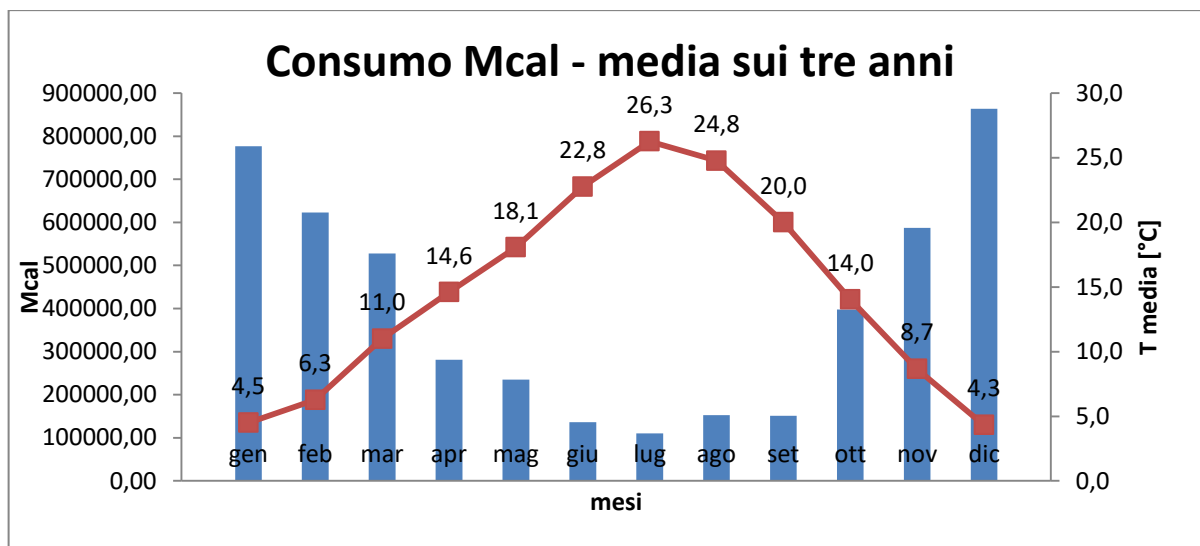


Figura 3.1.9 – Andamento consumo mensile medio TLR, P.O. Martini

3.1.2. Fabbisogno termico totale

Come già spiegato, l'impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria è alimentato dalla rete di teleriscaldamento cittadina, mentre il gas metano viene utilizzato quasi esclusivamente per la produzione di vapore tecnico per la sterilizzazione: solo il riscaldamento del blocco operatorio è al momento ancora alimentato a vapore. Il fabbisogno termico totale del presidio, riguardante cioè tutti gli usi, risulta dalla somma di queste due forniture. A partire dai consumi fatturati in termini di Sm^3 per il metano e Mcal per il teleriscaldamento, è stata effettuata la conversione in kWh (utilizzando il per il gas metano il Potere Calorifero Inferiore pari a $9,59 \text{ kWh/Sm}^3$) in modo da quantificare il consumo termico medio della struttura.

Per quanto riguarda il gas metano, per calcolare l'effetto termico utile si è moltiplicato il consumo fatturato per un coefficiente di 0.8, per tener conto del rendimento di combustione medio di una caldaia a metano (di circa 0.95) e delle perdite di distribuzione.

Per il teleriscaldamento l'effetto termico utile è stato ricavato moltiplicando i consumi fatturati per un coefficiente di 0.9, che tiene conto delle perdite negli scambiatori (di solito minime, poiché l'efficienza si aggira intorno al 98%) e delle perdite di distribuzione.

Non si sono invece tenute in considerazione le perdite di regolazione ed emissione nel calcolo del consumo termico reale, poiché esse si differenziano molto a seconda dell'uso, del tipo di terminale e dei diversi tipi di regolazione presenti negli impianti analizzati, per cui si è preferito comprendere tali quote all'interno dei fabbisogni calcolati per i differenti utilizzi.

Per l'anno 2015, essendo il consumo di gas metano quasi nullo in quanto era stato solo predisposto l'allaccio alla rete, il fabbisogno termico utile risulta pari a quello del teleriscaldamento. Per tale motivo i valori ricavati sono riportati in Tabella 3.1.9, mentre la rappresentazione grafica è stata omessa poiché analoga a quella mostrata in Figura 3.1.5.

Tabella 3.1.9 – Fabbisogno termico totale, anno 2015, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - 2015			
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	5,3	725122	€ 54.496,65
feb	5	685568	€ 51.524,56
mar	10,8	595943	€ 44.790,24
apr	14,9	221705	€ 15.916,53
mag	19	251272	€ 13.007,71
giu	23,3	84928	€ 4.404,76
lug	29,6	60819	€ 3.109,72
ago	25,1	123880	€ 6.321,34
set	20,5	121099	€ 6.208,75
ott	13,6	436236	€ 31.232,22
nov	9,2	504589	€ 36.122,97
dic	5,9	641342	€ 45.909,47
TOTALE 2015	15,2	4452503	€ 313.044,92

Per gli anni 2016 e 2017 invece il fabbisogno termico risultante (i cui valori sono riportati in Tabella 3.1.10 e Tabella 3.1.11) risente anche della quota dovuta all'alimentazione a metano, per cui si è ritenuto utile rappresentarne anche il trend annuale.

Tabella 3.1.10– Fabbisogno termico totale, anno 2016, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - 2016			
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	5,5	685273	€ 47.586,32
feb	7,1	536680	€ 37.295,66
mar	9,8	502065	€ 34.898,44
apr	14,5	292392	€ 18.435,36
mag	16,6	347812	€ 22.967,18
giu	21,2	262660	€ 8.941,98
lug	24,6	247181	€ 15.185,04
ago	23,9	344623	€ 15.253,63
set	21,1	296939	€ 12.875,30
ott	13,1	589896	€ 34.528,12
nov	8,8	823946	€ 49.727,44
dic	4,9	1058580	€ 64.997,15
TOTALE 2016	14,3	5988047	€ 362.691,60

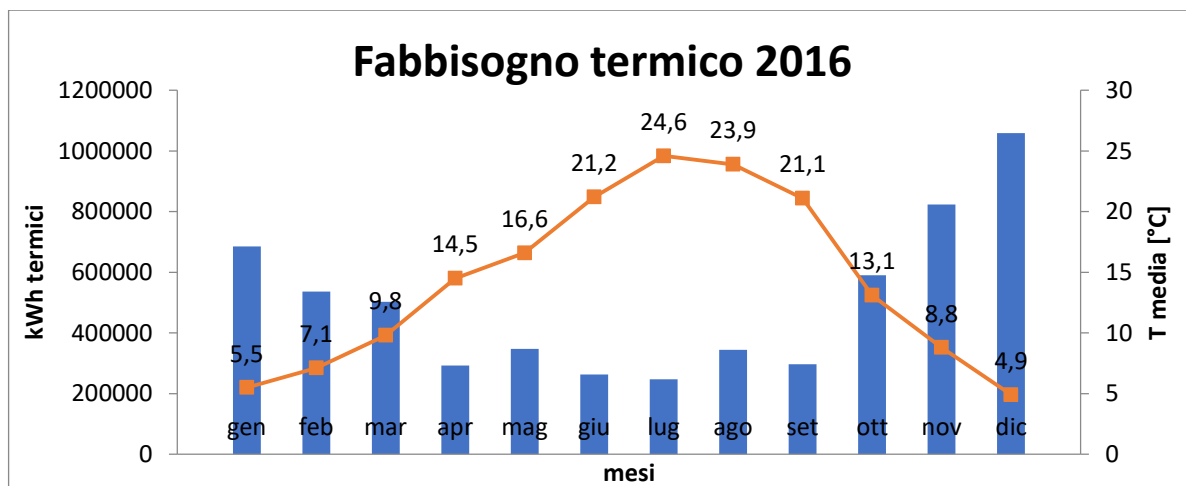


Figura 3.1.10– Fabbisogno termico totale, anno 2016, P.O. Martini

Tabella 3.1.11– Fabbisogno termico totale, anno 2017, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - 2017			
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	2,7	1205476	€ 78.069,83
feb	6,7	871415	€ 59.492,30
mar	12,4	697644	€ 44.166,67
apr	14,4	501565	€ 30.586,81
mag	18,6	422546	€ 18.936,93
giu	23,8	298222	€ 13.390,65
lug	24,6	260116	€ 15.420,85
ago	25,3	295176	€ 17.088,47
set	18,4	313371	€ 18.497,22
ott	15,4	496583	€ 29.625,13
nov	8,0	848073	€ 51.125,99
dic	2,2	1347015	€ 83.496,63
TOTALE 2017	14,4	7557202	€ 459.897,48

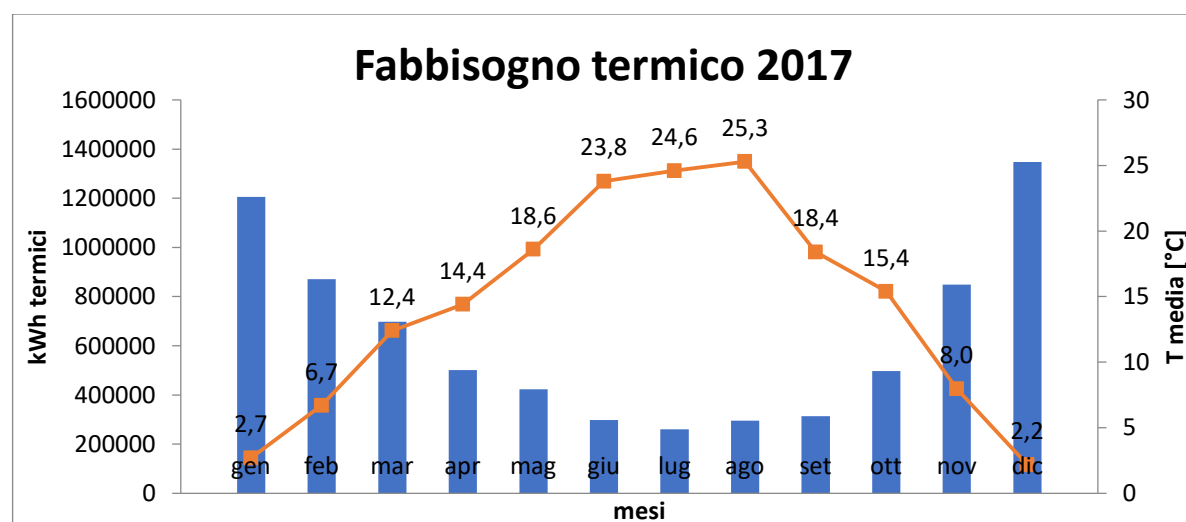


Figura 3.1.11– Fabbisogno termico totale, anno 2017, P.O. Martini

Come per i singoli consumi, anche per il fabbisogno termico totale si possono confrontare gli andamenti relativi ai tre anni analizzati. Come si evidenzia in Figura 3.1.12, non risultano particolari anomalie relative all'andamento del fabbisogno termico utile tra i tre diversi anni.

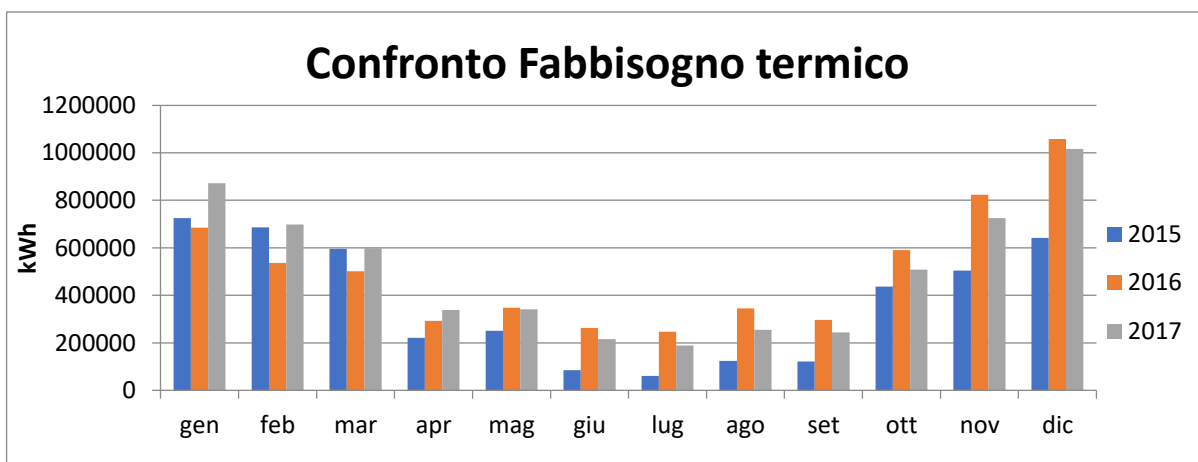


Figura 3.1.12 – Confronto Fabbisogno termico sul triennio, P.O. Martini

Analogamente a quanto fatto separatamente per metano e teleriscaldamento, si può calcolare il valore medio mensile anche del fabbisogno termico totale. I risultati ottenuti sono indicati in Tabella 3.1.12 ed in Figura 3.1.13, nel visualizzarli va tenuto presente che da Gennaio del 2015 a Maggio del 2016 non veniva ancora utilizzato il gas metano, per cui il comportamento termico risulta differente da quello registrato in seguito. Per tale ragione si assume nuovamente come più rappresentativo per l'edificio l'andamento registrato nell'anno 2017.

Tabella 3.1.12– Fabbisogno termico totale mediato sui tre anni, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - Media sui tre anni			
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Spesa [€]
gen	4,5	871957	€ 60.050,93
feb	6,3	697887	€ 49.437,51
mar	11,0	598551	€ 41.285,12
apr	14,6	338554	€ 21.646,23
mag	18,1	340543	€ 18.303,94
giu	22,8	215270	€ 8.912,46
lug	26,3	189372	€ 11.238,54
ago	24,8	254559	€ 12.887,81
set	20,0	243803	€ 12.527,09
ott	14,0	507571	€ 31.795,16
nov	8,7	725536	€ 45.658,80
dic	4,3	1015646	€ 64.801,08
TOTALE 2015	14,6	5999251	€ 378.544,67

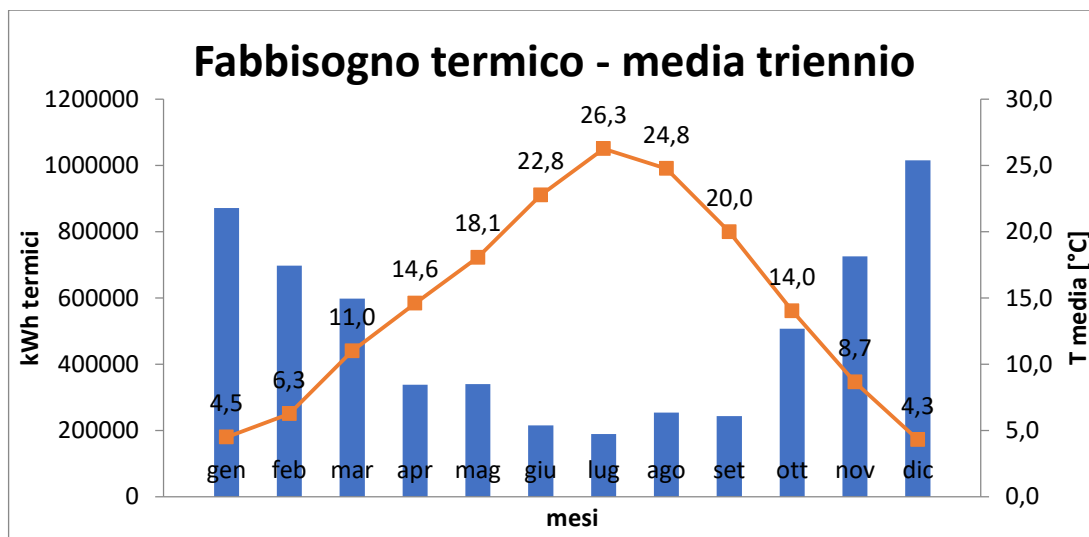


Figura 3.1.13– Fabbisogno termico totale mediato sui tre anni, P.O. Martini

3.1.3. Ripartizione dei consumi termici

Per meglio definire i fabbisogni termici della struttura, l'ideale sarebbe stato ottenere i consumi orari, ma poiché non disponibili si sono richieste agli enti fornitori di gas e teleriscaldamento le misurazioni più dettagliate in loro possesso.

3.1.3.1. Sterilizzazione e altri usi

Essendo il metano utilizzato quasi esclusivamente per la produzione di vapore a scopo tecnico, fatta eccezione per il riscaldamento del blocco operatorio, il consumo non risente particolarmente dell'influenza della temperatura media esterna. Già dalle sole bollette si rileva che anche nei periodi estivi il consumo in termini di Sm^3 è significativo e non scende mai al di sotto di una certa soglia, in quanto la sterilizzazione viene effettuata sempre e l'utilizzo è rapportato all'attività ospedaliera e organizzativa, non alla stagione climatica. Non si sono inoltre riscontrate particolari differenze di consumo tra giorni di tipo diverso: nei giorni festivi il consumo si riduce in media del solo 4% rispetto ai feriali.

Per quel che riguarda i consumi nel dettaglio, si hanno a disposizione le letture giornaliere dei contatori per due periodi invernali: da Ottobre 2016 a Gennaio 2017 e da Ottobre a Dicembre 2017. Gli andamenti registrati sono riportati in Figura 3.1.14 ed in Figura 3.1.15.

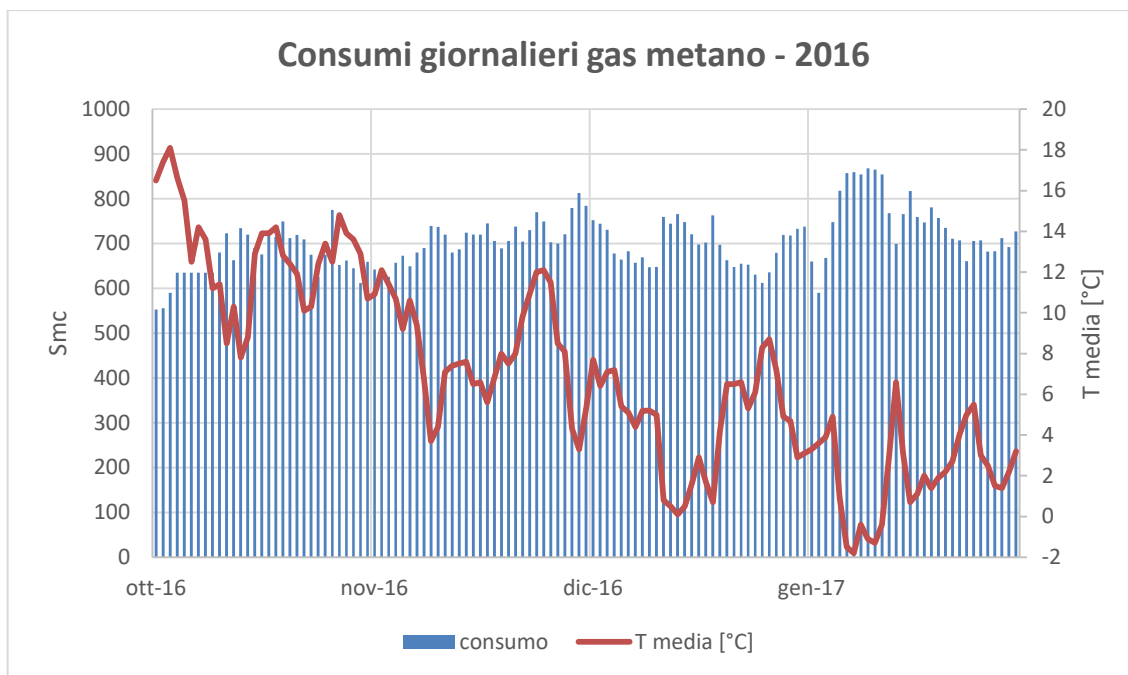


Figura 3.1.14 – Curve giornaliere di consumo, ottobre 2016 – gennaio 2017, P.O. Martini

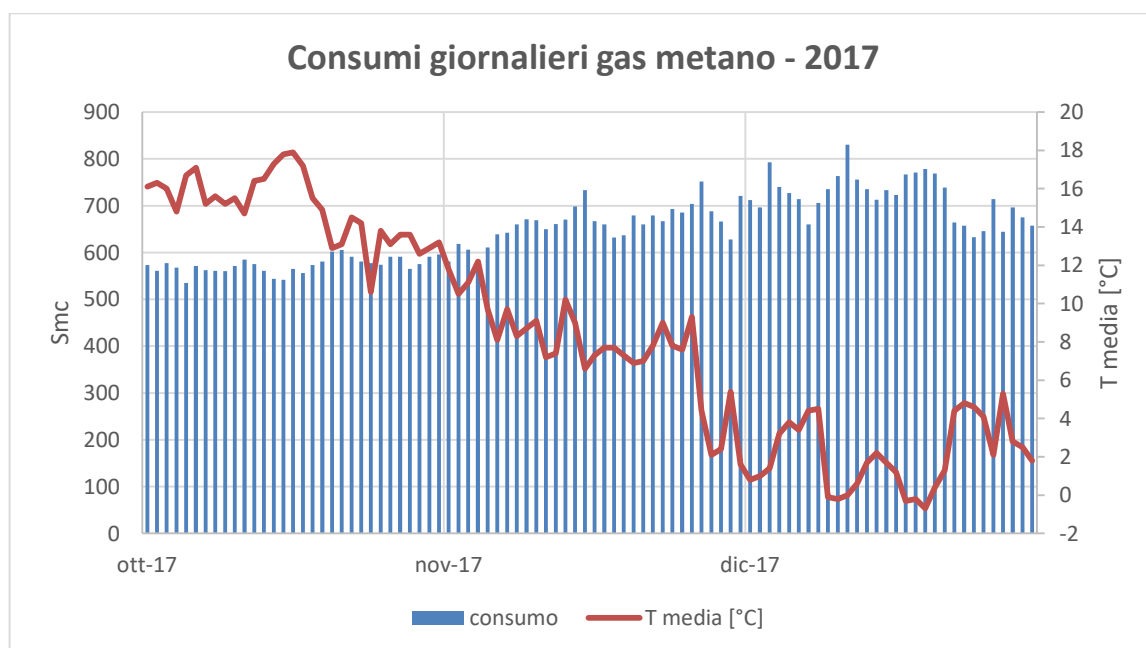


Figura 3.1.15– Curve giornaliere di consumo, ottobre 2017 – dicembre 2017, P.O. Martini

Non essendo disponibili dati più dettagliati, l'incidenza degli usi relativi al metano sul fabbisogno termico totale è stata calcolata basandosi sui valori mensili. Riferendosi al 2017 la quota termica attribuibile al gas metano corrisponde al 21% del totale (Tabella 3.1.13).

Tabella 3.1.13 – Utilizzo di gas metano rispetto al fabbisogno termico totale, 2017, P.O. Martini

Fabbisogno termico 2017			
Periodo	totale [kWh]	quota metano [kWh]	%
gen	1205476	177983	15%
feb	871415	138318	16%
mar	697644	139454	20%
apr	501565	132710	26%
mag	422546	137145	32%
giu	298222	99721	33%
lug	260116	103004	40%
ago	295176	104500	35%
set	313371	122974	39%
ott	496583	116024	23%
nov	848073	172006	20%
dic	1347015	170840	13%
TOTALE 2017	7557202	1614680	21%

È possibile ripartire tale quota tra i due utilizzi: vapore tecnico per la sterilizzazione e vapore per il riscaldamento del blocco operatorio, unica utenza al momento non ancora alimentata dal teleriscaldamento (è prevista la conversione al teleriscaldamento nel prossimo futuro). Considerando che nel periodo estivo si può assumere che gli impianti di riscaldamento non siano attivi, il consumo fatturato nell'intervallo da Giugno a Settembre è attribuibile al solo utilizzo di vapore tecnico per la sterilizzazione. Se ne può quindi calcolare il fabbisogno termico come media dei valori registrati in tali mesi e per differenza dai consumi totali è possibile ricavare la quota destinata, mese per mese, al riscaldamento del blocco operatorio.

Tale operazione è stata effettuata basandosi sui consumi registrati per l'anno 2017, poiché come già precisato, per quanto riguarda il fabbisogno di energia termica il valore calcolato come media sui tre anni presenta delle carenze e non è particolarmente significativo, indi per cui si ritiene che l'andamento relativo al 2017 sia quello più rappresentativo circa il comportamento del Presidio Ospedaliero. I risultati sono riportati in Tabella 3.1.14.

Tabella 3.1.14 – Ripartizione usi alimentati a vapore, 2017, P.O. Martini

2017 - Produzione vapore da caldaia a gas naturale						
Periodo	T media °C	effetto utile [kWh]	Sterilizzaz [kWh]	% Steril	Riscaldamento blocco op [kWh]	% riscaldam
gen	2,7	177983	107488	60%	70495	0,0
feb	6,7	138318	107488	78%	30831	22%
mar	12,4	139454	107488	77%	31966	23%
apr	14,4	132710	107488	81%	25223	19%
mag	18,6	137145	107488	78%	29657	22%
giu	23,8	99721	99721	100%	0	0%
lug	24,6	103004	103004	100%	0	0%
ago	25,3	104500	104500	100%	0	0%
set	18,4	122974	122974	100%	0	0%
ott	15,4	116024	107488	93%	8536	7%
nov	8,0	172006	107488	62%	64519	38%
dic	2,2	170840	107488	63%	63352	0,0
TOTALE 2017	14,4	1614680	1290101	80%	324579	20%

La quota maggiore risulta ovviamente quella per la sterilizzazione, il riscaldamento incide di appena un 20% essendo relativo alle sole utenze del blocco operatorio, il resto dell'ospedale è alimentato dal teleriscaldamento. L'andamento annuale, riferito al 2017, è riportato in Figura 3.1.16.

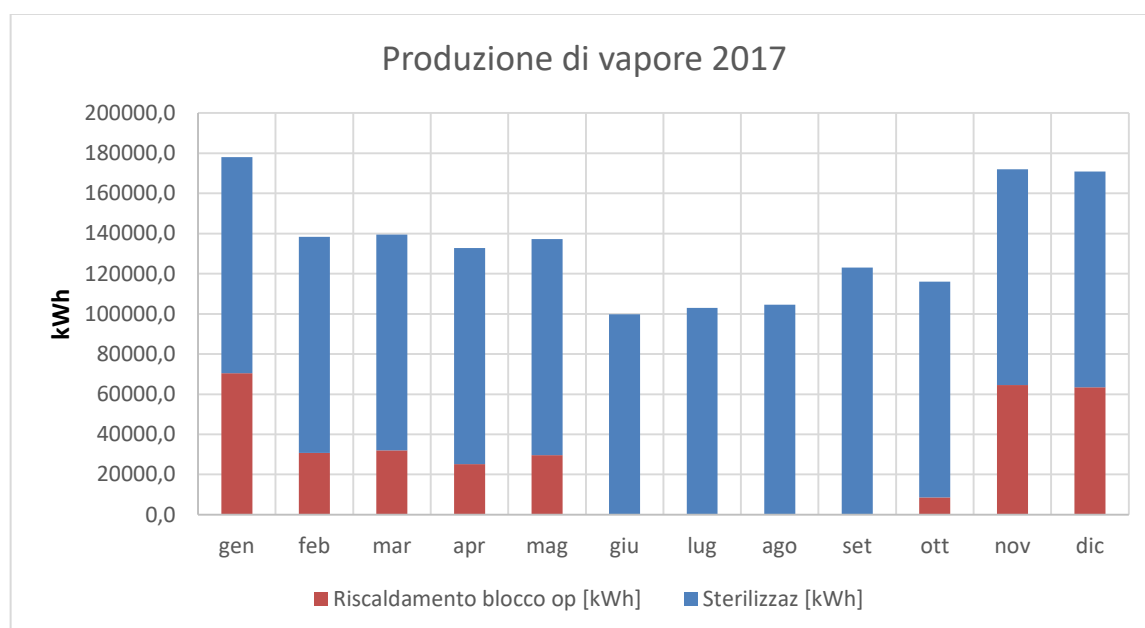


Figura 3.1.16 – Ripartizione consumi di vapore tra i due usi, 2017, P.O. Martini

3.1.3.2. Riscaldamento e Produzione Acqua Calda Sanitaria

Come già ipotizzato per la produzione e l'utilizzo del vapore, basandosi sull'assunzione che nel periodo estivo gli impianti di riscaldamento siano spenti, i consumi registrati in tale arco temporale possono essere attribuiti alla sola produzione di ACS. La produzione di acqua calda sanitaria è stata quindi stimata partendo dai consumi registrati per il teleriscaldamento: prendendo come riferimento l'anno 2017 ed effettuando una media pesata sui consumi relativi ai mesi da Giugno a Settembre (periodo estivo: i consumi registrati sono relativi alla produzione di ACS) si è ricavata la quota di consumo mensile medio per l'acqua calda sanitaria. Per differenza dal totale, si ottiene poi il fabbisogno termico per il riscaldamento di tutte le utenze del Presidio, fatta ovviamente eccezione per il blocco operatorio. L'andamento annuale è quello rappresentato in Figura 3.1.17.

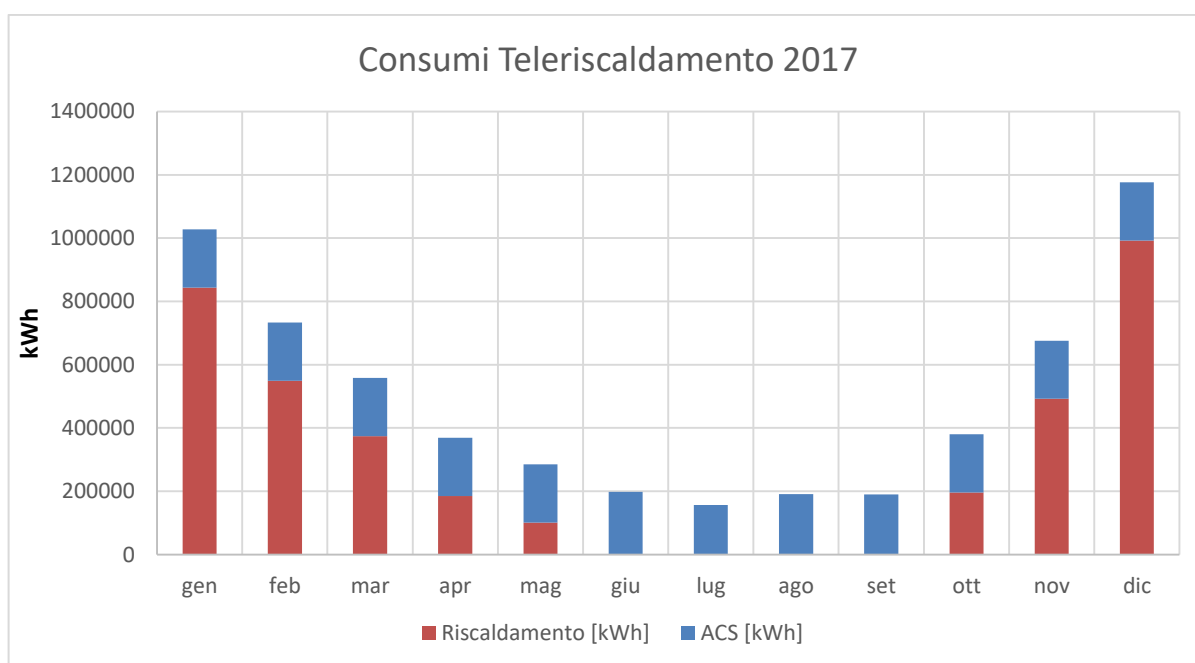


Figura 3.1.17 – Ripartizione consumi TLR tra i due usi, 2017, P.O. Martini

L'incidenza sul fabbisogno termico totale, relativo all'anno 2017, è stata calcolata sia limitatamente al solo teleriscaldamento, sia sui due diversi utilizzi determinati. Il risultato è riportato in Tabella 3.1.15: il teleriscaldamento incide di quasi l'80% sul fabbisogno termico totale, di cui il 29% è utilizzato per la produzione di acqua calda sanitaria ed il restante 50% circa per il riscaldamento.

Tabella 3.1.15 – Ripartizione consumi TLR, 2017, P.O. Martini

FABBISOGNO TERMICO - 2017							
Periodo	totale [kWh]	quota TLR [kWh]	%	quota ACS [kWh]	%	quota riscaldam [kWh]	%
gen	1205476	1027493	85%	184003	15%	843490	70%
feb	871415	733096	84%	184003	21%	549093	63%
mar	697644	558190	80%	184003	26%	374188	54%
apr	501565	368855	74%	184003	37%	184852	37%
mag	422546	285402	68%	184003	44%	101399	24%
giu	298222	198502	67%	198502	67%	0	0%
lug	260116	157112	60%	157112	60%	0	0%
ago	295176	190675	65%	190675	65%	0	0%
set	313371	190396	61%	190396	61%	0	0%
ott	496583	380559	77%	184003	37%	196556	40%
nov	848073	676067	80%	184003	22%	492064	58%
dic	1347015	1176175	87%	184003	14%	992172	74%
TOTALE 2017	7557202	5942522	79%	2208708	29%	3733814	49%

3.1.3.3. Riepilogo consumi termici

A seguito dell'analisi svolta, è stata determinata la ripartizione finale dei consumi termici nei diversi utilizzi, basata sul comportamento registrato nel 2017.

In Figura 3.1.18 è riportato un primo diagramma in cui il fabbisogno termico è distinto su quattro utilizzi: produzione di vapore per la sterilizzazione, produzione di vapore per il riscaldamento del blocco operatorio, fabbisogno termico per l'acqua calda sanitaria e fabbisogno per il riscaldamento.

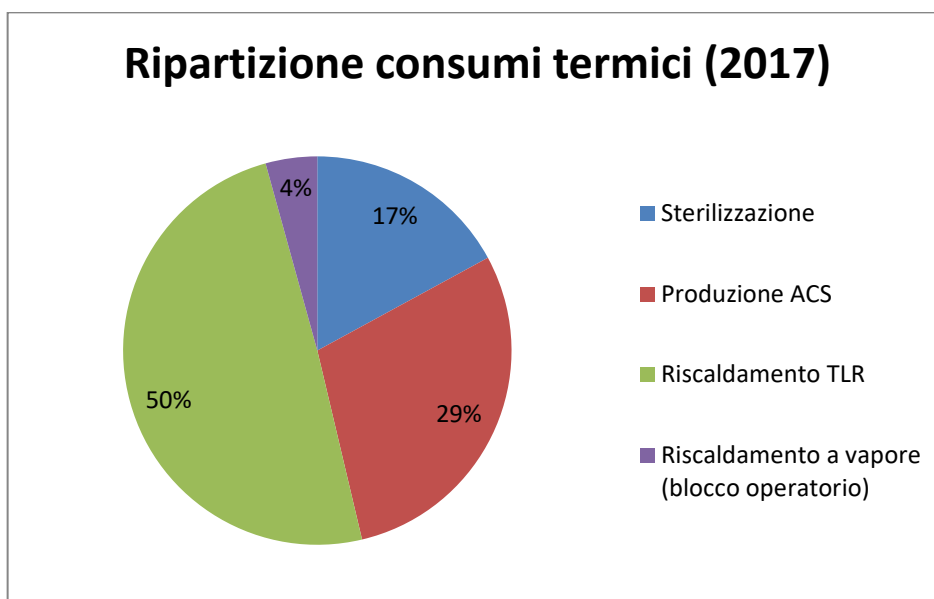


Figura 3.1.18 – Ripartizione utilizzo energia termica, 2017, P.O. Martini

In Figura 3.1.19 invece è riportata la ripartizione finale degli usi termici in cui la quota del riscaldamento è quella per il fabbisogno totale della struttura, comprendente quindi le utenze alimentate con il teleriscaldamento e quelle del blocco operatorio alimentate a vapore.

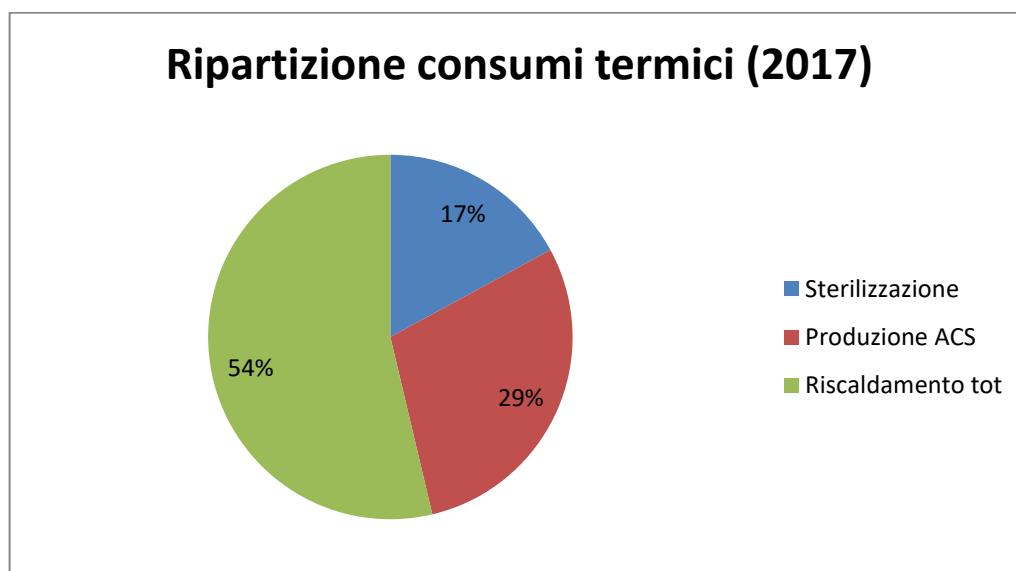


Figura 3.1.19 – Ripartizione utilizzo energia termica finale, 2017, P.O. Martini

L'uso maggiore è quindi attribuibile agli impianti di riscaldamento, seguito dalla produzione di acqua calda sanitaria. Tuttavia anche la quota relativa alla generazione di vapore tecnico ha un valore rilevante, pari a quasi un quinto del fabbisogno totale.

3.2. Consumi elettrici

3.2.1. Raccolta bollette

Per valutare i consumi elettrici della struttura in esame si sono presi in considerazione gli ultimi tre anni di bollettazione, come suggerisce la normativa, al fine di ricostruire il fabbisogno mensile medio del presidio. Come per la parte termica, al fine di confrontare tra loro tali dati si è fatto riferimento alle temperature medie mensili registrate dall'ARPA presso la stazione meteorologica di Torino Alenia.

Vengono riportate di seguito una serie di tabelle e di grafici contenenti tutte le informazioni ricavate dalla raccolta di bollette degli anni 2015, 2016 e 2017. L'energia elettrica fornita al presidio è in media tensione.

Bollette relative all'anno 2015:

Tabella 3.2.1 – Bollette energia elettrica, anno 2015, , P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2015 - ENERGIA ELETTRICA MT						
Periodo	F1 [kWh]	F2 [kWh]	F3 [kWh]	TOT kWh	kWh/giorno	spesa (IVA esclusa) €
gen	125.023	81.898	140.025	346.946	11.192	47.833,69 €
feb	125.897	75.763	118.109	319.769	11.420	44.384,28 €
mar	135.626	79.430	133.384	348.440	11.240	48.189,22 €
apr	139.003	75.499	150.091	364.593	12.153	50.604,18 €
mag	142.040	95.458	165.375	402.873	12.996	55.733,28 €
giu	176.778	110.804	188.458	476.040	15.868	66.162,84 €
lug	246.910	145.165	224.545	616.620	19.891	85.717,68 €
ago	187.866	117.634	211.365	516.865	16.673	71.943,13 €
set	163.555	98.313	154.070	415.938	13.865	58.048,33 €
ott	149.518	95.396	140.674	385.588	12.438	53.864,17 €
nov	136.619	81.836	139.068	357.523	11.917	49.865,74 €
dic	129.531	69.766	145.290	344.587	11.116	48.232,09 €
TOTALE 2015	1.858.366	1.126.962	1.910.454	4.895.782	13.413	680.578,63 €

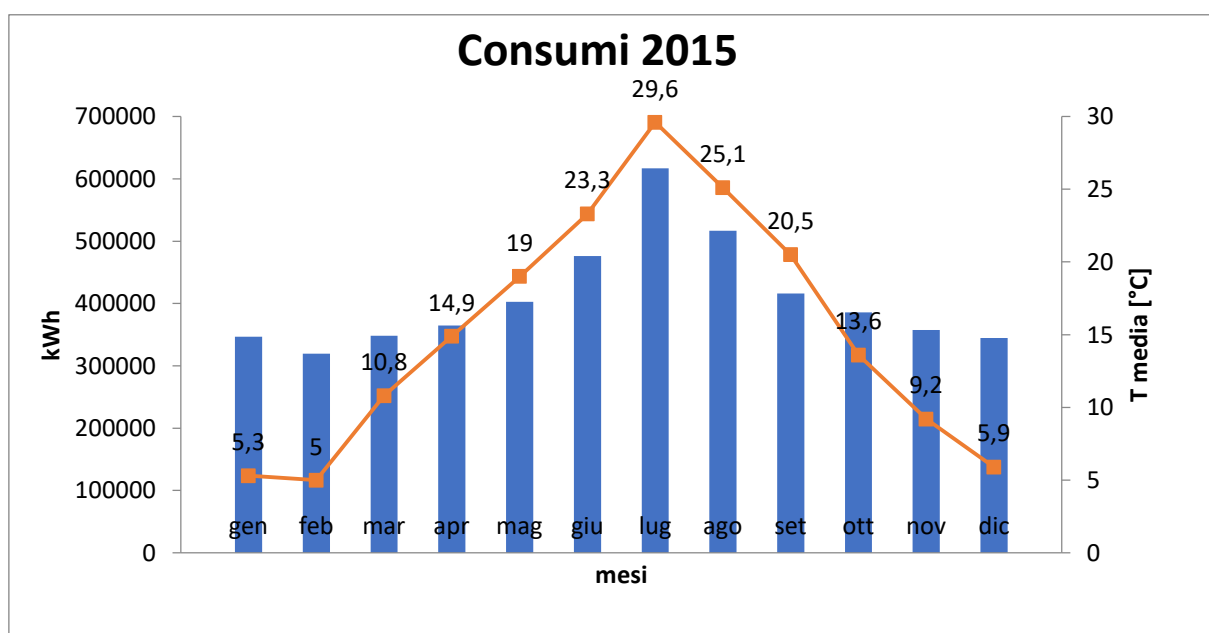


Figura 3.2.1– Bollette energia elettrica, anno 2015, P.O. Martini

Bollette relative all'anno 2016:

Tabella 3.2.2– Bollette energia elettrica, anno 2016, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2016 - ENERGIA ELETTRICA MT						
Periodo	F1 [kWh]	F2 [kWh]	F3 [kWh]	TOT kWh	kWh/giorno	spesa (IVA esclusa)
gen	116.997	79.069	144.326	340.392	10.980	44.301,48 €
feb	129.265	75.362	115.557	320.184	11.041	42.184,24 €
mar	133.127	77.965	130.890	341.982	11.032	44.809,87 €
apr	127.611	84.393	136.306	348.310	11.610	46.795,27 €
mag	142.040	95.458	163.375	400.873	12.996	54.382,71 €
giu	176.778	110.804	188.458	476.040	15.868	63.995,28 €
lug	197.541	131.790	210.028	539.359	17.399	75.242,38 €
ago	191.637	118.020	203.220	512.877	16.544	71.455,94 €
set	177.870	108.328	170.303	456.501	15.217	63.912,18 €
ott	138.845	91.701	148.337	378.883	12.222	50.833,24 €
nov	133.202	79.007	135.758	347.967	11.599	46.717,75 €
dic	123.978	81.904	141.344	347.226	11.201	49.164,13 €
TOTALE 2016	1.788.891	1.133.801	1.887.902	4.810.594	13.144	653.794,47 €

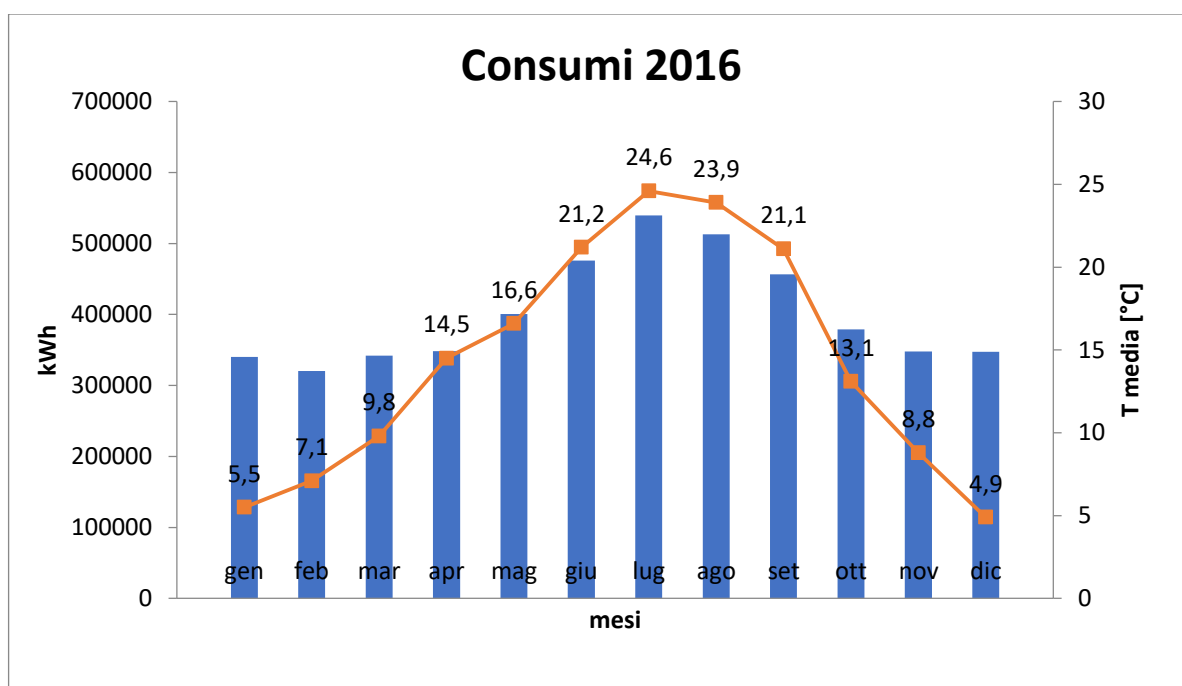


Figura 3.2.2– Bollette energia elettrica, anno 2016, P.O. Martini

Bollette relative all'anno 2017:

Tabella 3.2.3– Bollette energia elettrica, anno 2017, P.O. Martini

CONSUMI MARTINI ANNO 2017 - ENERGIA ELETTRICA MT						
Periodo	F1 [kWh]	F2 [kWh]	F3 [kWh]	TOT kWh	kWh/giorno	spesa (IVA esclusa)
gen	129.059	76.084	139.229	344.372	11.109	46.348,38 €
feb	116.947	70.989	110.871	298.807	10.672	40.433,24 €
mar	135.306	80.198	125.855	341.359	11.012	46.048,51 €
apr	109.836	78.131	148.586	336.553	11.218	44.190,26 €
mag	154.656	91.929	154.943	401.528	12.953	53.524,95 €
giu	185.975	115.094	193.676	494.745	16.492	61.723,35 €
lug	200.690	134.180	211.862	546.732	17.637	68.196,17 €
ago	207.523	130.471	215.575	553.569	17.857	69.267,54 €
set	146.213	98.491	145.968	390.673	13.022	48.985,70 €
ott	146.863	88.239	150.086	385.189	12.425	46.408,47 €
nov	132.213	80.666	137.673	350.552	11.685	42.322,76 €
dic	124.635	84.986	130.640	340.261	10.976	0,00 €
TOTALE 2017	1.789.916	1.129.458	1.864.964	4.784.340	26.433	567.449,33 €

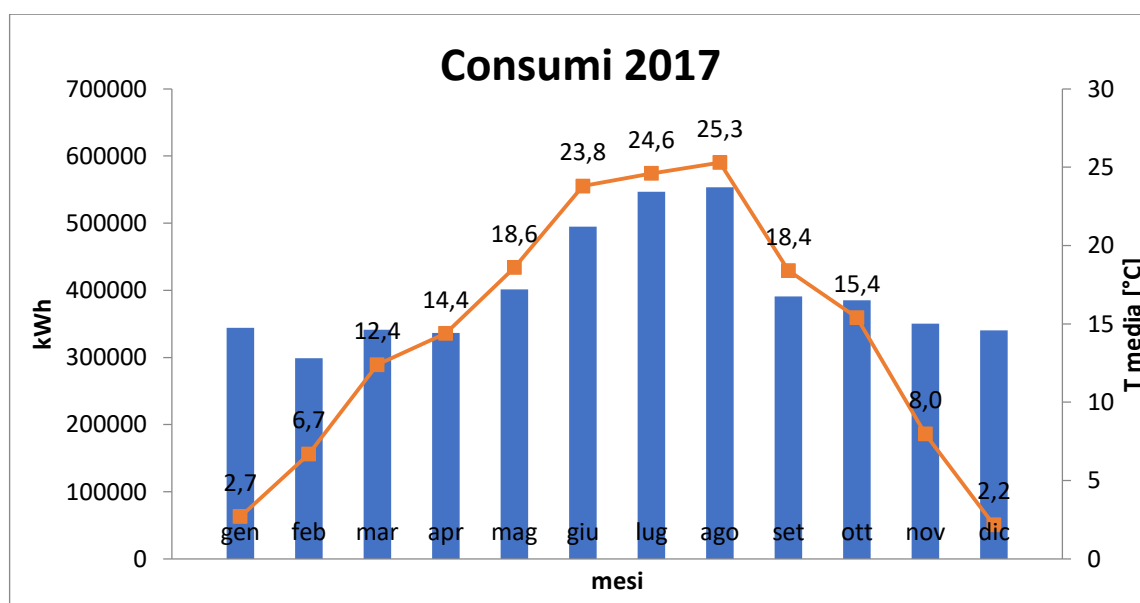


Figura 3.2.3– Bollette energia elettrica, anno 2017, P.O. Martini

Nei due grafici successivi è rappresentato il confronto in termini sia di consumi (Figura 3.2.4) sia di spesa (Figura 3.2.5), tra i tre anni analizzati. Si può riscontrare che non vi sono stati andamenti anomali e che le differenze maggiori si hanno nel periodo estivo: da questa prima comparazione si evince una forte correlazione tra i consumi elettrici e la temperatura esterna, così come indicato anche dai grafici riportati sopra anno per anno.

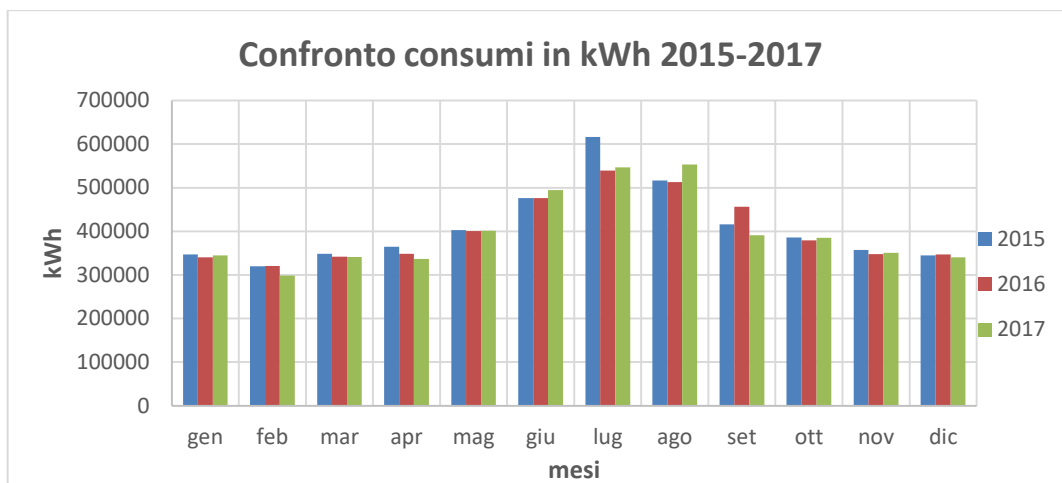


Figura 3.2.4 – Confronto consumi energia elettrica sul triennio, P.O. Martini

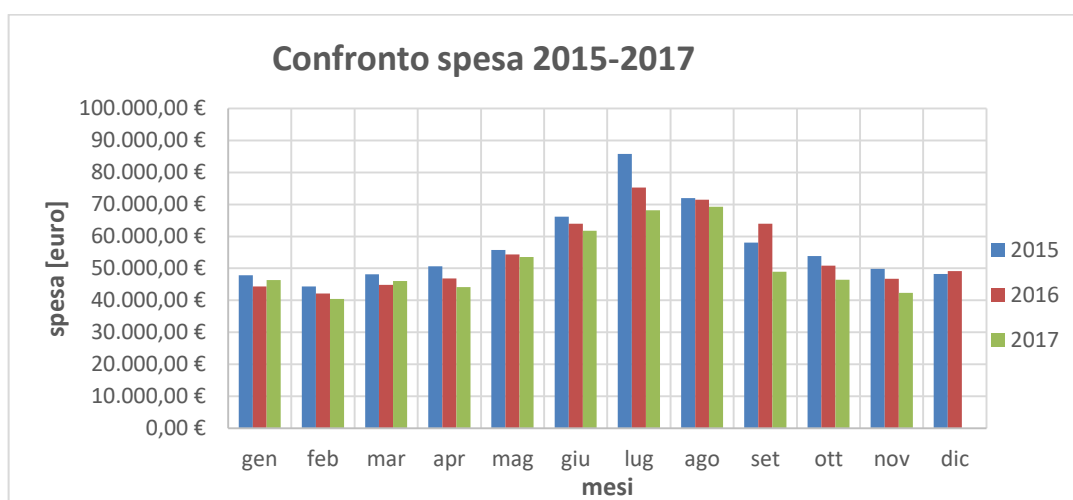


Figura 3.2.5 – Confronto spese per energia elettrica sul triennio, P.O. Martini

Con una semplice operazione di media tra i tre anni si è calcolato il fabbisogno elettrico mensile medio della struttura (Figura 3.2.6 e Tabella 3.2.4).

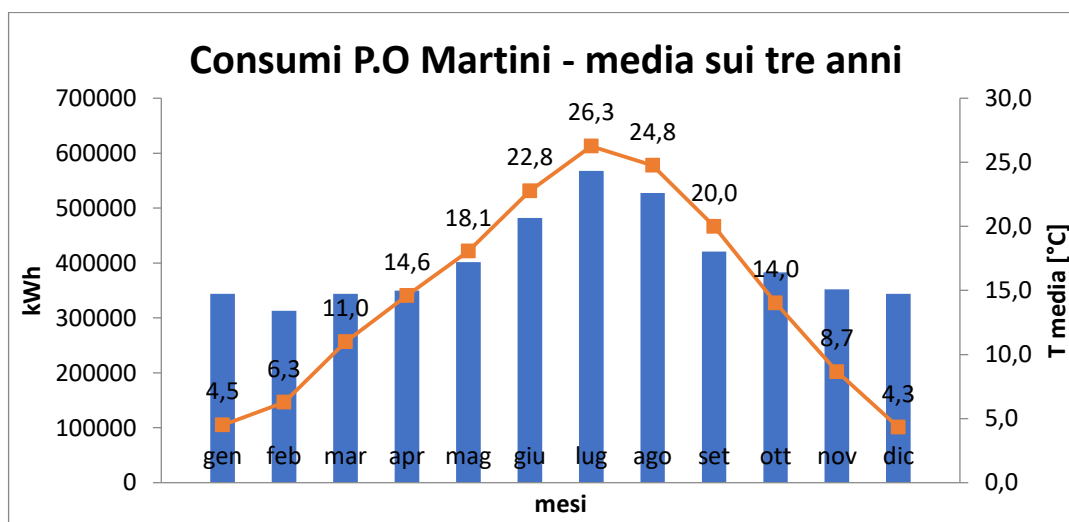


Figura 3.2.6– Consumo di energia elettrica mediato sul triennio, P.O. Martini

Tabella 3.2.4 – Consumo di energia elettrica mediato sul triennio, P.O. Martini

Media triennio			
Periodo	T media °C	TOT kWh	Spesa [€] (no IVA)
gen	4,5	343903	€ 46.161,18
feb	6,3	312920	€ 42.333,92
mar	11,0	343927	€ 46.349,20
apr	14,6	349819	€ 47.196,57
mag	18,1	401758	€ 54.546,98
giu	22,8	482275	€ 63.960,49
lug	26,3	567570	€ 76.385,41
ago	24,8	527770	€ 70.888,87
set	20,0	421037	€ 56.982,07
ott	14,0	383220	€ 50.368,63
nov	8,7	352014	€ 46.302,08
dic	4,3	344025	€ 32.465,41
totale	14,6	4830238	€ 633.940,81

3.2.2. Consumi elettrici orari

Dopo una prima analisi effettuata sulle bollette raccolte e quindi sul consumo mensile della struttura, per poter scendere più nel dettaglio sono state richieste ai fornitori di energia elettrica le curve orarie di consumo.

Si hanno quindi a disposizione i consumi elettrici ora per ora per ogni giorno dei tre anni analizzati. In tal modo è possibile distinguere i differenti andamenti riscontrati durante i giorni feriali, i weekend ed i giorni festivi, rapportarli alle condizioni meteorologiche e valutarne le diverse correlazioni.

In una prima elaborazione, effettuata con l'ausilio di MATLAB, si sono semplicemente rappresentati i dati raccolti in una serie di *carpet plot* agendo sulla *colorbar*. Per gli anni 2015, 2016 e 2017 e per il consumo medio calcolato su tale triennio sono stati creati tre diversi grafici: il primo in *full scale* in cui vengono rappresentati tutti i valori raccolti, gli altri due in cui la gradazione cromatica, rappresentante il consumo elettrico, è stata modificata al fine di poter visivamente individuare i picchi di massimo, di minimo, il trend giornaliero ed eventuali macro-differenze. In Figura 3.2.7, Figura 3.2.8 e Figura 3.2.9, sono riportati gli andamenti relativi all'anno 2017 per le tre diverse scale adottate.

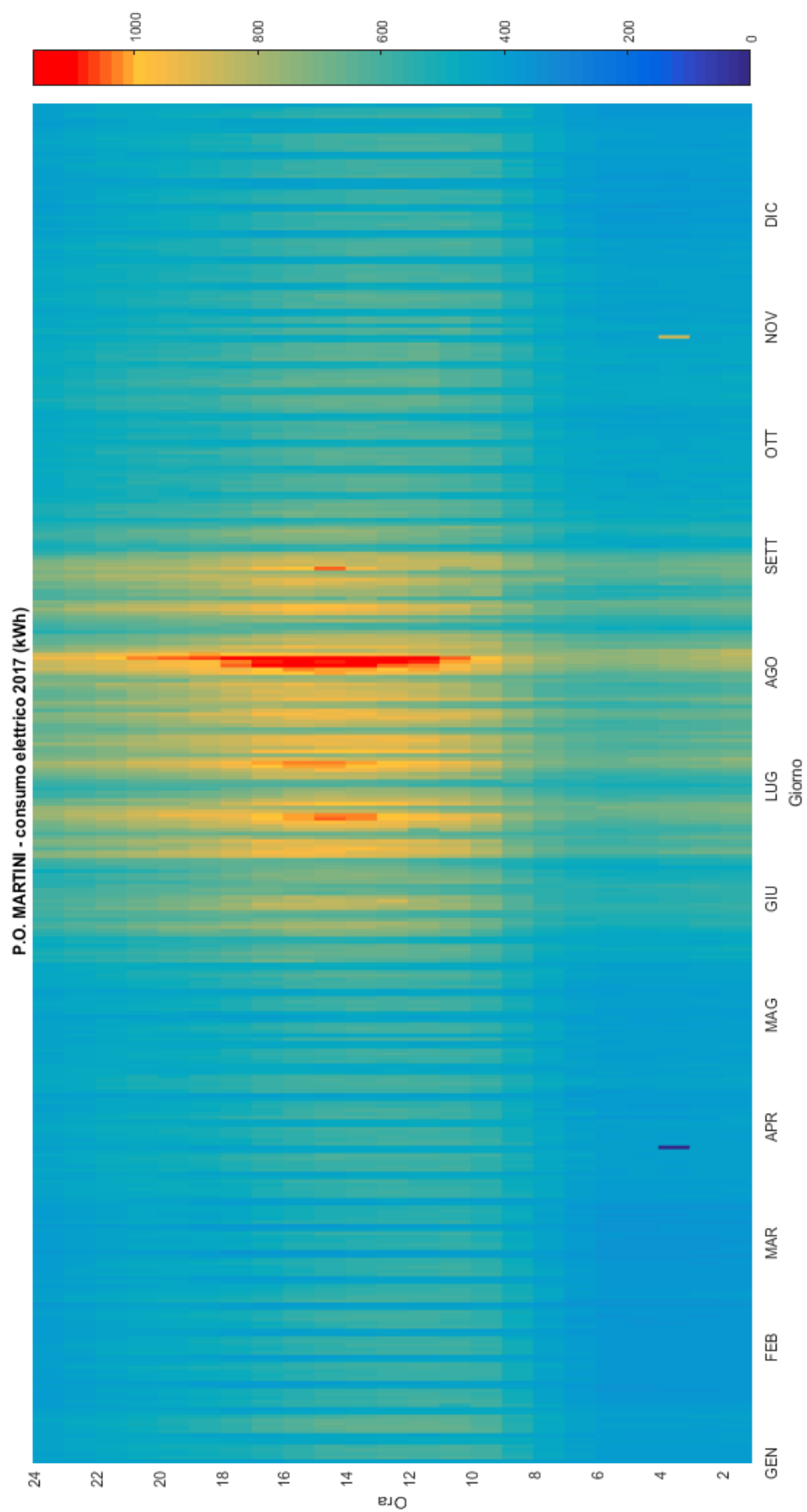


Figura 3.2.7 – Consumi elettrici orari, anno 2017, P.O. Martini, full scale

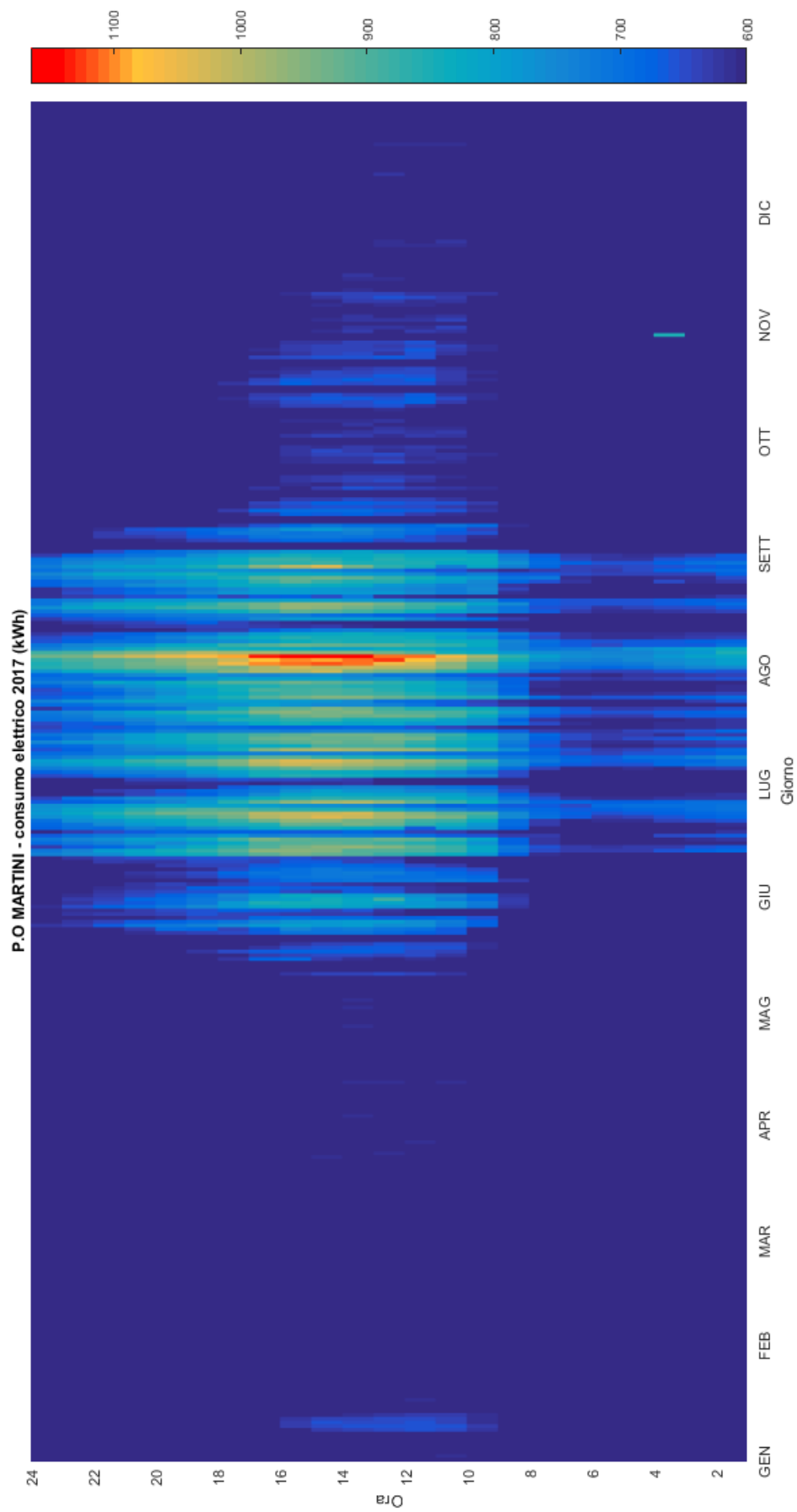


Figura 3.2.8 consumi elettrici orari, anno 2017, P.O. Martini, scala massima

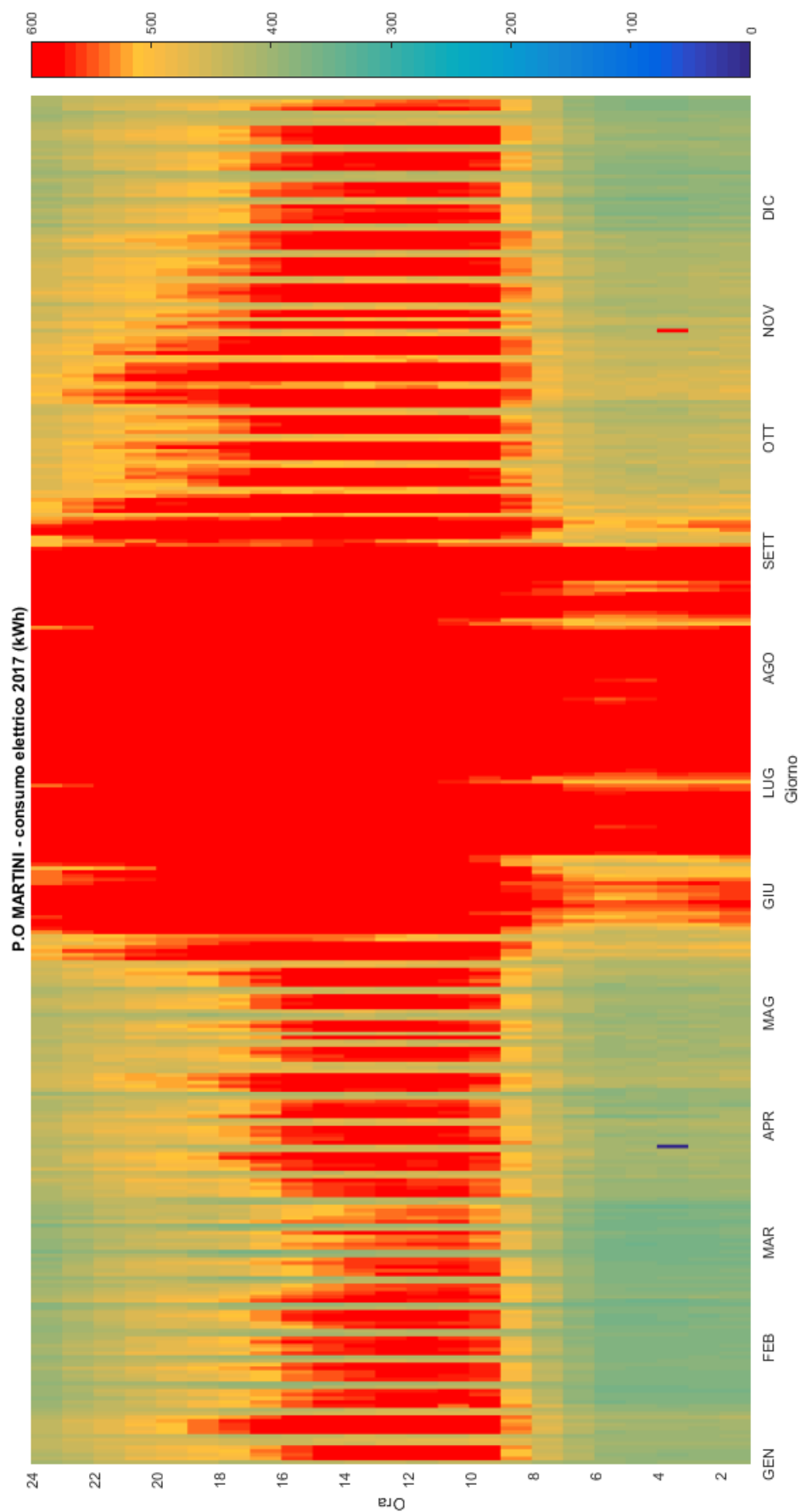


Figura 3.2.9 consumi elettrici orari, anno 2017, P.O. Martini, scala minima

Dalla rappresentazione grafica si possono già effettuare alcune considerazioni:

- Vi è una forte differenza nell'andamento tra le diverse fasce orarie: tra le 23:00 e le 6:00 il carico elettrico è decisamente inferiore rispetto alla fascia di maggior "funzionamento" della struttura;
- Emerge una diversità di consumo tra i giorni feriali ed i giorni festivi (sabato compreso), rappresentati dalle sottili linee verticali più scure in quanto il fabbisogno elettrico è minore;
- Il consumo elettrico non scende mai al di sotto di una certa soglia minima di circa 350 kWh;
- Dal grafico in scala "massima" in Figura 3.2.8 è evidente il notevole incremento di consumi elettrici in ogni fascia oraria del periodo estivo, dovuto al carico per il condizionamento.

3.2.3. Ripartizione consumi elettrici

Partendo dai consumi fatturati in bolletta è possibile calcolare il fabbisogno elettrico totale della struttura, ottenuto applicando ai consumi registrati un rendimento del 97% che comprenda le perdite di conversione dei trasformatori da media tensione a bassa tensione (efficienza superiore al 98%) e le perdite di distribuzione lungo le linee. Nella definizione de "l'effetto utile" elettrico, analogamente a quando fatto per i consumi termici, non sono state incluse le perdite di emissione in quanto esse dipendono dalla tipologia di terminale e di impiego, ed essendoci una diversificazione notevole tra dispositivi HVAC, apparecchi elettromedicali e sistemi di illuminazione, si è deciso di includere tali perdite nella quota di energia attribuita ai differenti impieghi.

Una volta determinato quindi il fabbisogno elettrico totale della struttura, si è passati a ripartire tale consumo tra i diversi utilizzi, al fine di quantificare dove e come tale energia viene usata ed eventualmente individuare sprechi e anomalie.

Per effettuare quest'analisi dettagliata si sono adottati due approcci diversi: *bottom-up* e *top-down*, a seconda dei dati tecnici che si avevano a disposizione circa apparecchi ed impianti. Questi due modelli sono strategie di elaborazione e gestione dell'informazione, adoperate per analizzare situazioni problematiche e costruire ipotesi adeguate alla loro soluzione. Nel metodo *top-down* si parte da una visione generale del sistema e vengono successivamente aggiunti dettagli di progettazione finché la specifica completa è sufficientemente dettagliata da validare il modello. Si è proceduto in questo modo nei casi in cui le caratteristiche tecniche erano incomplete, mancanti o poco precise: partendo dal consumo elettrico totale e valutandone le correlazioni con diverse variabili, sono state

effettuate supposizioni di diverso tipo al fine di discernere le quote di consumi nei diversi usi dove possibile.

La progettazione *bottom-up* si applica invece quando si hanno a disposizione parti individuali del sistema specificate nel dettaglio, che vengono poi connesse tra loro al fine di formare componenti via via più grandi fino ad arrivare a realizzare un sistema completo. Questo approccio è stato utilizzato laddove erano note la potenza installata, la potenza assorbita e le modalità di funzionamento dell'apparecchio o del macchinario preso in esame, in modo da calcolarne il consumo. I risultati sono stati poi sommati a quelli conseguiti con l'altro metodo, per ottenere la ripartizione totale dei consumi elettrici della struttura. A tal fine è necessario determinare le ore equivalenti di attività di impianti, apparecchi, macchinari, etc., fase cruciale nel processo di diagnosi energetica, poiché occorre una ricostruzione precisa per assicurarsi valori di consumo elettrico corretti. Le caratteristiche di funzionamento di un macchinario e le esigenze della struttura sono dati di fondamentale importanza per la stima delle ore equivalenti: raccogliendo queste informazioni attraverso colloqui con tecnici, personale e direzione sanitaria, è stato possibile costruire uno scenario accurato.

Si è scelto di suddividere l'anno in tre fasi stagionali, caratterizzate ciascuna da un diverso tipo di funzionamento (e quindi da ore equivalenti di funzionamento differenti):

- Periodo invernale: mesi di Ottobre, Novembre, Dicembre, Gennaio e Febbraio, per un totale di 151 giorni;
- Periodo intermedio: mesi di Marzo, Aprile e Maggio, per un totale di 92 giorni;
- Periodo estivo: mesi di Giugno, Luglio, Agosto e Settembre, per un totale di 122 giorni.

In realtà andrebbero inclusi nel regime estivo la seconda metà di Maggio e la prima metà di Settembre, ma siccome sul numero di giorni totale questa differenziazione non avrebbe influito, si è per agevolezza scelto di includere un mese completamente nel periodo intermedio e l'altro in quello estivo.

3.2.3.1. Fabbisogno elettrico per condizionamento

Il fabbisogno energetico per il condizionamento è stato calcolato in due modi differenti. In una prima analisi si è studiato l'andamento del consumo elettrico rispetto alla temperatura media esterna, riportato in Figura 3.2.10. Ciò che emerge è che il consumo rimane circa costante per temperature inferiori ai 14-15°C, mentre per valori superiori anch'esso

comincia a crescere in modo proporzionale, come evidenziato dal trend della linea di tendenza (in rosso), di cui è riportato anche il valore di R^2 sul grafico stesso.

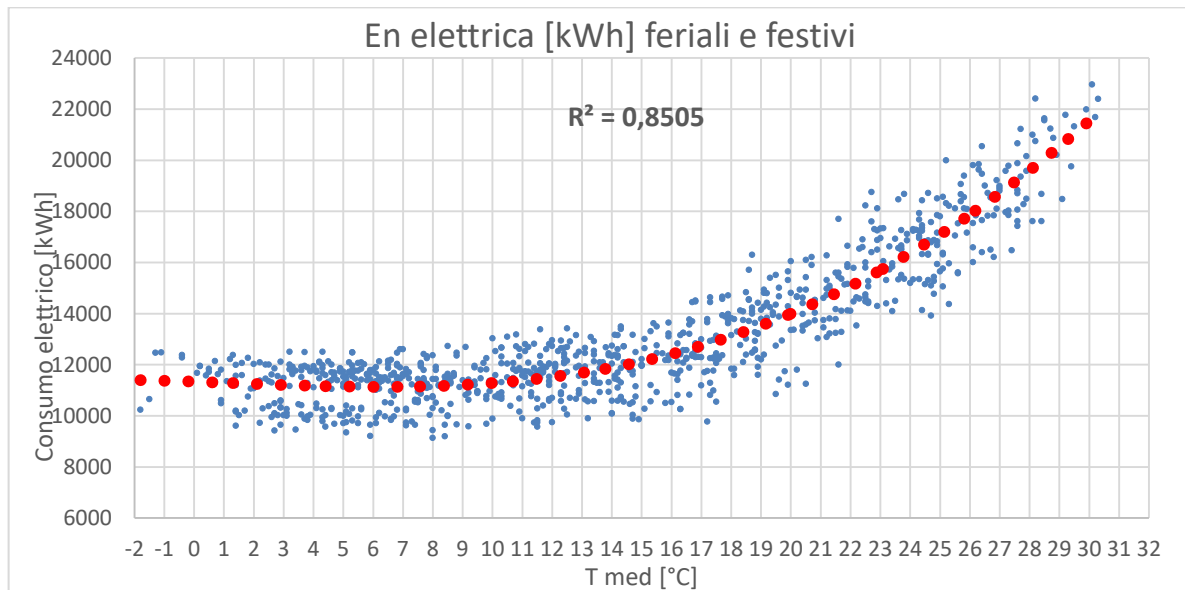


Figura 3.2.10 – Andamento consumi elettrici rispetto alla T media esterna, P.O. Martini

Tale aumento è attribuibile al carico per condizionamento, che coerentemente aumenta all'aumentare della temperatura esterna. Si è quindi calcolato il fabbisogno elettrico standard, comprendente tutti gli usi quotidiani, come valore medio dei consumi registrati per temperature minori di 15°C e sottraendo tale quota ai giorni in cui la temperatura risulta superiore, si ottiene il consumo elettrico dovuto al condizionamento. In Figura 3.2.11 è rappresentato l'andamento ricavato per l'anno 2017.

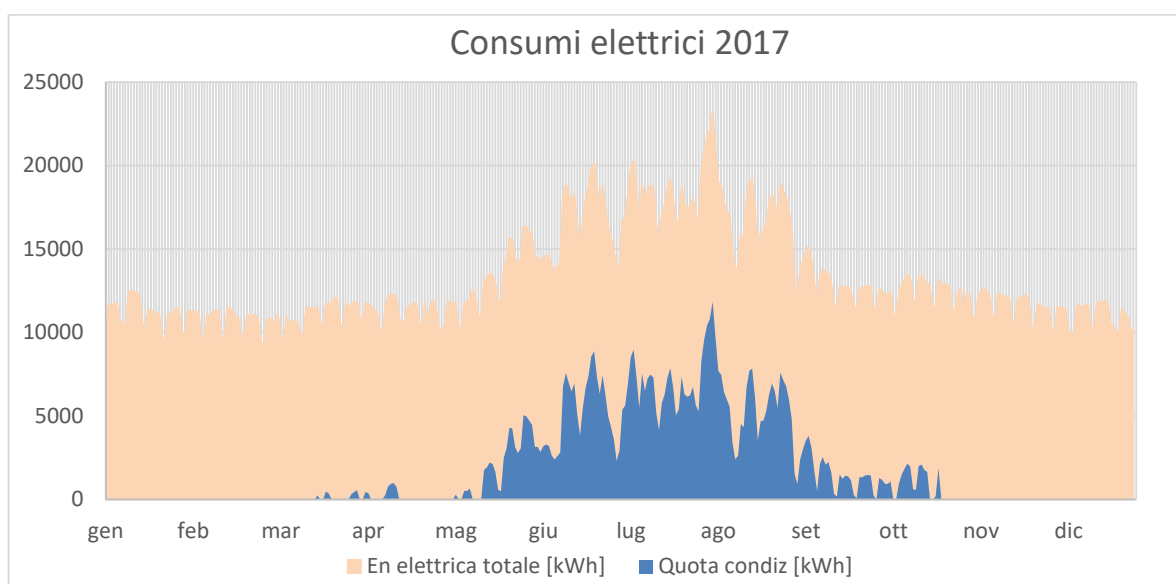


Figura 3.2.11 – Andamento fabbisogno elettrico per condizionamento rispetto al consumo totale, P.O. Martini

A scopo di verifica, è stato confrontato l'andamento ricavato con quello ricostruibile partendo dall'equazione della linea di tendenza, ottenuta dalla media sui tre anni. Come si può notare in Figura 3.2.12, relativa sempre al 2017, lo scostamento tra i due è minimo, il che indica che l'approssimazione utilizzata è accettabile.

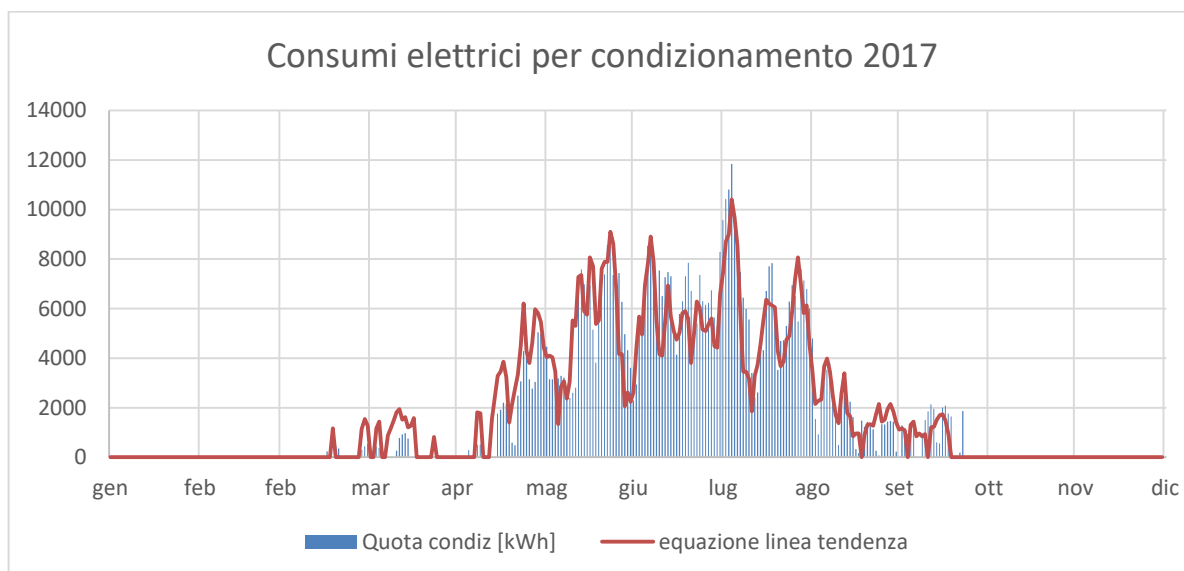


Figura 3.2.12 – Confronto consumi per condizionamento effettivi e ricostruiti, P.O. Martini

Effettuando questa operazione per ciascuno dei tre anni analizzati si è ottenuto il fabbisogno medio per condizionamento del Presidio Ospedaliero e l'incidenza di tale quota sul consumo totale, che risulta essere del 14,1% (indicato in Tabella 3.2.5).

Tabella 3.2.5 – Fabbisogno elettrico per condizionamento, prima ricostruzione, P.O. Martini

Consumi elettrici per condizionamento			
anno	En. Elettrica Totale [kWh]	En. Elettrica per condizionamento [kWh]	% quota condizionamento
2015	4749323	704445	14,8%
2016	4619888	606753	13,1%
2017	4640809	664070	14,3%
media	4670007	658423	14,1%

Il secondo approccio utilizzato per calcolare il fabbisogno elettrico per il condizionamento sfrutta il metodo bottom-up. A partire dai dati di targa dei gruppi frigo e degli impianti split installati nella struttura e dalle modalità di utilizzo di ciascuno, se ne sono calcolati i consumi su base annuale.

Come emerso dai sopralluoghi effettuati e dai colloqui con i tecnici, i gruppi frigo vengono accessi da metà aprile a metà ottobre, ossia quando vengono spenti gli impianti di

riscaldamento (salvo particolari condizioni climatiche). Si sono ipotizzate una media di 12 ore al giorno di funzionamento per tutti i gruppi frigo in tale periodo (180 giorni), fatta eccezione per i due asserviti al corpo G, attualmente in fase di ristrutturazione, che non risultano ancora operativi. La potenza assorbita è stata supposta pari al 30% di quella installata, valore stimato a partire dalla curva di assorbimento caratteristica dei gruppi frigo⁸ (picco di assorbimento iniziale, seguito da una decrescita esponenziale).

I risultati sono riportati in Tabella 3.2.6. L'incidenza % è rapportata al consumo totale annuale calcolato come media sui tre anni analizzati, che, come già indicato in Tabella 3.2.5, è pari a 4814440 kWh elettrici.

Tabella 3.2.6 – Ricostruzione consumi elettrici per i gruppi frigo, P.O. Martini

Gruppi frigo					
GF	zona	pot. elettrica Installata [kw]	pot. Tot. assorbita [kw]	h equivalenti	consumo [kWh/anno]
GF 1	GF centralizzati zona PS	66,18	19,85	2160	42882,4
GF 2	GF centralizzati zona PS	66,18	19,85	2160	42882,4
GF 3	GF centralizzati zona PS	66,18	19,85	2160	42882,4
GF 4	GF centralizzati zona PS	62,70	18,81	2160	40629,6
GF 5	GF blocco operatorio	112,50	33,75	2160	72900
GF 6	GF blocco operatorio	86,51	25,95	2160	56058,5
GF 7	GF blocco operatorio (non segnato)	86,51	25,95	2160	56058,5
GF 8	GF corpo H	88,10	26,43	2160	57088,8
GF 9	GF locale citostatici	19,70	5,91	2160	12765,6
GF 10	GF anatomia patol e palazzina uffici	62,70	18,81	2160	40629,6
GF 11	GF anatomia patol e palazzina uffici	62,70	18,81	2160	40629,6
GF 12	GF anatomia patol e palazzina uffici	62,70	18,81	2160	40629,6
GF 13	GF odontostomatologia	19,70	5,91	2160	12765,6
GF 14	GF locale TAC	18,10	5,43	2160	11728,8
GF 15	GF corpo G ristrutturato	270,00	81,00	0	0
GF 16	GF corpo G ristrutturato	270,00	81,00	0	0
		1420,45	426,13		570531,2
					12,2%

Gli impianti split invece vengono accessi manualmente e sono utilizzati solo durante il periodo estivo. Si sono ipotizzate 8 ore al giorno di funzionamento per gli split portatili, 6 ore/giorno per tutti gli altri. La potenza assorbita è stata ricavata applicando il rendimento

⁸ Jacopo Toniolo e Marco Carlo Masoero, *Il monitoraggio continuo di impianti HVAC: il progetto iSERV cmb*, 2012

elettrico di assorbimento (supposto $\eta=97\%$) alla potenza elettrica indicata sulle schede tecniche dei diversi modelli.

Il fabbisogno elettrico risultante è riportato in Tabella 3.2.7. L'incidenza dei soli sistemi split sul totale è giustamente molto bassa, di circa due punti percentuali.

Tabella 3.2.7 – Ricostruzione consumi elettrici impianti split, P.O. Martini

Impianti Split					
zona servita	quantità	Tot .Pot. installata [kW]	Pot. assorbita [kW]	h eq	consumo [kWh]
Ced piano interrato	4	3,5	3,395	732	2485,1
appartamento cappellano	1	2	1,94	732	1420,1
Dialisi - piano terra	11	12	11,64	732	8520,5
Dialisi - primo piano	10	12,1	11,737	732	8591,5
Dialisi - secondo piano	10	12	11,64	732	8520,5
Psichiatria	7	7,1	6,887	732	5041,3
Ala centrale _ secondo piano	1	1,5	1,455	732	1065,1
Sala conferenze	1	0,9	0,873	732	639,0
Radiologia	5	4	3,88	732	2840,2
Locali cabine elettriche	4	4,15	4,0255	732	2946,7
Centrale termica	1	0,9	0,873	732	639,0
Ambulatori piano terra	20	18	17,46	732	12780,7
Odontostomatologia - piano primo	3	2,9	2,813	732	2059,1
Portineria - piano terra - centralino	1	0,75	0,7275	732	532,5
Piano terra - interno uffici	1	0,9	0,873	732	639,0
Farmacia	5	5	4,85	732	3550,2
otorino-urologia	2	1,8	1,746	732	1278,1
endoscopia piano primo	8	7,8	7,566	732	5538,3
neurologia - piano primo	5	5,7	5,529	732	4047,2
Pediatria - piano terra	1	0,75	0,7275	732	532,5
Medicina d'urgenza	3	3,8	3,686	732	2698,2
Camera calda 118	1	1,3	1,261	732	923,1
Codice bianco piano terra	1	1,5	1,455	732	1065,1
Sert	1	0,9	0,873	732	639,0
Ecodoppler	2	1,8	1,746	732	1278,1
Distribuzione farmaci	1	0,9	0,873	732	639,0
Portatili	30	30	29,1	976	28401,6
	140				109310,7
					2,3%

Sommando i consumi calcolati per i gruppi frigo e per gli impianti split, si ottiene il fabbisogno elettrico totale per il condizionamento. Esso risulta pari al 14,2% e corrisponde pertanto a quello calcolato nella prima analisi, correlata alla temperatura media esterna. Ciò significa che entrambi gli approcci sono corretti.

3.2.3.2. Fabbisogno elettrico UTA

Il consumo elettrico dovuto alle unità di trattamento aria è stato ricostruito, come per i gruppi frigo e gli impianti split, partendo dalle potenze installate e dalle ore equivalenti. Per

la maggior parte delle UTA si avevano a disposizione i dati di targa individuati tramite ispezione, per quelle in cui il rilievo non è stato possibile la potenza installata è stata calcolata pari al doppio della potenza meccanica di ventilazione, essendo noti i valori di portata e prevalenza per ciascuna unità. Tale supposizione risulta coerente con il rapporto tra la potenza meccanica e la potenza installata ricavato dai dati nominali degli impianti visionati. In Tabella 3.2.8 è riportato il consumo calcolato.

Tabella 3.2.8– Ricostruzione consumi elettrici impianti UTA, P.O. Martini

Unità di Trattamento Aria					
uta	zona	pot. Tot. Installata[kw]	pot. Tot. assorbita[kw]	ore equival	consumo annuo[kWh]
UTA 1	radiologia	6,25	3,75	8760	32850
UTA 2	pronto soccorso - dea	13,00	7,80	8760	68328
Booster	PS - Locali interventi emergenza	4,00	2,40	8760	21024
UTA 3	blocco parto e nido	0,50	0,30	8760	2628
UTA 4	blocco parto e nido	10,50	6,30	8760	55188
UTA 5	blocco parto e nido	6,20	3,72	8760	32587,2
UTA 6	Rianimazione - UTIC	0,40	0,24	8760	2102,4
UTA 7	Rianimazione - corridoio e studi medici	2,32	1,39	8760	12193,92
UTA 8	blocco operatorio - Sala E	3,75	2,25	8760	19710
UTA 9	blocco operatorio - Sale C e D	5,50	3,30	8760	28908
UTA 10	blocco operatorio - Sala F	15,00	9,00	8760	78840
UTA 11	blocco operatorio - Sala sterilizzazione	8,50	5,10	8760	44676
UTA 12	blocco operatorio - locali spogliatoi	7,70	4,62	8760	40471,2
UTA 13	blocco operatorio - Sale A e B	15,00	9,00	8760	78840
UTA 14	corpo H lato est	7,70	4,62	8760	40471,2
UTA 15	corpo H lato ovest	7,70	4,62	8760	40471,2
UTA 16	corpo H - UTIC	7,70	4,62	8760	40471,2
UTA 17	locale citostatici primo piano	1,56	0,93	8760	8176
UTA 18	camera mortuaria	0,10	0,06	8760	499,32
UTA 19	anatomia patologica	0,37	0,22	8760	1945,9
UTA 20	uffici nuova elevazione 2 piano	3,54	2,12	1220	2588,84
UTA 21	uffici CUP piano terra	0,09	0,05	8760	474,5
UTA 22	ambulatori piano terra	0,11	0,06	8760	564,1
UTA 23	laboratorio analisi	0,09	0,05	8760	474,5
UTA 24	odontostomatologia	0,11	0,06	8760	564,14
UTA 25	TAC piano terra	1,56	0,93	8760	8176
UTA 26	corpo G	26	15,60	8760	136656
UTA 27	corpo G	26	15,60	8760	136656
		181,23	108,74		936536
					20,1%

La potenza assorbita è stata stimata pari al 60% di quella installata. Per quanto riguarda le ore equivalenti, dai sopralluoghi con i tecnici è emerso che nonostante le possibilità di regolazione, tutte le UTA sono accese 24/24 ore, fatta eccezione per quella che serve gli uffici al secondo piano che invece risulta quasi sempre spenta. Per essa si è ipotizzato un funzionamento di 10 ore/giorno nel solo periodo estivo.

3.2.3.3. Fabbisogno elettrico per illuminazione

Le ore di funzionamento degli apparecchi illuminanti sono state calcolate a partire dagli orari fruizione della struttura (ricavati dalla Tabella 2.2.1) e alle ore di luce esterna. Si è in parte differenziato l'utilizzo dei sistemi di illuminazione sulle tre fasce stagionali, ulteriormente suddivise tra giorni feriali e festivi, per le diverse destinazioni d'uso, anche se la maggior parte delle attività mediche non ne viene influenzata (si pensi alle sale operatorie, prive di finestre, oppure ai laboratori: la tipologia di giorno non modifica il fabbisogno di illuminazione). Tale distinzione con il calcolo delle ore equivalenti totali è riportato in Tabella 3.2.9:

Tabella 3.2.9 – Ore equivalenti di funzionamento dei sistemi di illuminazione, P.O. Martini

Area	ore/giorno inverno		ore/giorno mezza stagione		ore/giorno estate	
	feriali	festivi	feriali	festivi	feriali	festivi
blocco operatorio	13	6	13	6	13	6
day-surgery	13	0	10	0	8	0
terapia intensiva	24	24	24	24	24	24
anatomia patologica	8	0	8	0	8	0
Pronto Soccorso e DEA	24	24	24	24	24	24
Laboratorio analisi	15	8	15	8	15	8
Radiologia	15	8	15	8	15	8
Reparti/degenze	15	15	12	12	10	10
ambulatori	8	0	8	0	6	0
day-hospital	13	0	10	0	8	0
mensa dipendenti	5	5	5	5	5	5
cucina (smistamento da servizio esterno)	10	10	8	8	8	8
media giornaliera [h/giorno]	13,58	8,33	12,67	7,92	12,00	7,75
media giornaliera pesata [h/giorno]	12,08		11,31		10,79	
ore per stagione di riferimento [h]	1824,58		1040,48		1315,86	
totale [ore/anno]	4181					

Una volta determinate le ore equivalenti si è potuto valutare il fabbisogno elettrico per illuminazione conoscendo il numero, la tipologia ed il consumo di riferimento degli apparecchi illuminanti presenti nel presidio. Il valore ottenuto è stato stimato in maniera conservativa, poiché nel corso dell'anno alcune plafoniere con lampade fluorescenti sono state sostituite con altre a tecnologia LED, tuttavia, non essendoci un censimento aggiornato il numero di interventi effettuato non è noto e si è fatto riferimento al più recente rilievo a disposizione. I risultati ottenuti sono riportati in Tabella 3.2.10:

Tabella 3.2.10 – Ricostruzione consumi elettrici per illuminazione, P.O. Martini

Sistemi di Illuminazione				
Tipo lampada	Quantità	Consumo di riferimento [W]	Ore annue medie	Consumo annuale [kWh]
Fluorescente 2x18W	76	45	4181	14298,7
Fluorescente 4x18W	928	90	4181	349190,2
Fluorescente 1x36W	114	45	4181	21448,1
Fluorescente 2x58W	79	140	4181	46240,9
Fluorescente 2x36W	619	90	4181	232918,9
Fluorescente 1x18W	86	23	4181	8269,9
Fluorescente 1x58W	59	70	4181	17267,2
Fluorescente 3x58W	25	135	4181	14110,6
fluorescente 2x35W	646	88	4181	237676,6
fluorescente 4x14W	585	70	4181	171208,5
fluorescente 1x35W	96	44	4181	17660,2
fluorescente 2x26W	467	65	4181	126911,7
fluorescente 1x28W	23	35	4181	3365,6
fluorescente 2x28W	94	70	4181	27510,4
Led alta efficienza	141	25	4181	14737,7
fluorescente 1x26W	185	33	4181	25524,5
fluorescente 1x24W	455	30	4181	57069,5
	4678			1385409,5
				29,7%

3.2.3.4. Fabbisogno elettrico terminali

Alcune zone del presidio ospedaliero sono servite da *fan coil*. Anche se minimo, tali dispositivi comportano comunque un consumo di energia elettrica. Per quantificarlo e valutarne l'incidenza rispetto al totale, essendo disponibile un capitolato tecnico indicante il numero, la tipologia e la zona servita da ciascuno, si è proceduto utilizzando un valore medio di potenza per il singolo elemento di 100 Watt, calcolando la potenza assorbita applicando il rendimento elettrico e determinando le ore equivalenti per i terminali. In tal senso, pur ricordando che tali dispositivi vengono utilizzati per riscaldare, per raffrescare e per

condizionare, è risultato opportuno suddividere gli orari di funzionamento a seconda dei periodi stagionali: 10 ore/giorno nel periodo invernale, 6 ore/giorno nella stagione intermedia e 12 ore/giorno per il periodo estivo. L'incidenza di questi terminali sul consumo totale, riportata in Tabella 3.2.11, risulta ovviamente molto bassa.

Tabella 3.2.11 – Consumo elettrico terminali idronici, P.O. Martini

Terminali: Fancoil								
zona servita dai fan-coil	N°	pot. Singolo el [kW]	pot. Install [kW]	Pot. Ass. [kWel]	heq inverno	heq mezza stag	heq estate	consumo [kWh]
Radiologia	20	0,1	2	1,94	1510	552	1464	6840,4
Pronto Soccorso - DEA	20	0,1	2	1,94	1510	552	1464	6840,4
Blocco operatorio	5	0,1	0,5	0,485	1510	552	1464	1710,1
Corpo H	12	0,1	1,2	1,164	1510	552	1464	4104,3
Nuova Palazzina Sala Conferenze	20	0,1	2	1,94	1510	552	1464	6840,4
Sala Settoriale, Anatomia Patologica e Lab. Analisi	20	0,1	2	1,94	1510	552	1464	6840,4
Palazzina Uffici 3° piano	25	0,1	2,5	2,425	1510	552	1464	8550,5
Palazzina uffici piano interrato, terreno, primo	100	0,1	10	9,7	1510	552	1464	34202,2
Totale	222	0,1	22,2	21,534	1510	552	1464	75928,9
								1,6 %

3.2.3.5. Apparecchi elettromedicali

Avendo a disposizione l'inventario aziendale è possibile conoscere numero e modello di apparecchiature elettromedicali presenti nella struttura. Vi sono in totale 2796 apparecchi, di cui 2754 attualmente funzionanti. Tuttavia, fatta eccezione per gli apparecchi radiologici, le TAC e pochi altri particolarmente energivori per potenza o per quantità (riportati in Tabella 3.2.12), la potenza di tali apparecchi poco si differenzia da quella dei normali dispositivi elettronici. La difficoltà principale riguarda il calcolo delle ore equivalenti, poiché il funzionamento di queste attrezzature è spesso saltuario e quasi istantaneo (si pensi ad un elettrobisturi), spesso sono lasciate in stand-by ed oltretutto dispositivi dello stesso tipo non vengono utilizzati in modo equivalente, indi per cui la ricostruzione dello scenario di funzionamento non può essere accurata e risulta particolarmente difficoltosa.

Per tali ragioni non è stato possibile adottare l'approccio bottom-up per calcolare i consumi elettrici: si è invece effettuata una stima studiando il differente comportamento rilevato nei giorni feriali e festivi e facendo alcune assunzioni.

Tabella 3.2.12 – Elenco apparecchi elettromedicali maggiormente energivori, P.O. Martini

Apparecchio	Quantità	Pot. Singolo elemento [kwel]	Pot. Totale [kwel]
Apparecchio per emodialisi	41	2,5	102,5
Radiologico portatile dea	1	2,2	2,2
Radiologico portatile rianimazione	1	2,2	2,2
Intensificatore simad	3	3,5	10,5
Laser olmio	1	3,5	3,5
Frigorifero biologico	53	1	53
Lampada scialitica	24	0,15	3,6
Analizzatore multiparametrico selettivo	3	10	30
Autoclave	3	30	90
Centrifuga refrigerata	2	10	20
Gruppo radiologico	3	22,8	68,4
Gruppo radiologico per dea	1	38	38
Apparecchio per lavaggio e disinfezione	8	9	72
Riproduttore video/digitale di bioimmagini	52	3,25	169
Termosaldatrice	6	11	66
Tomografo assiale computerizzato 16	1	60	60
Tomografo assiale computerizzato 64	1	72	72

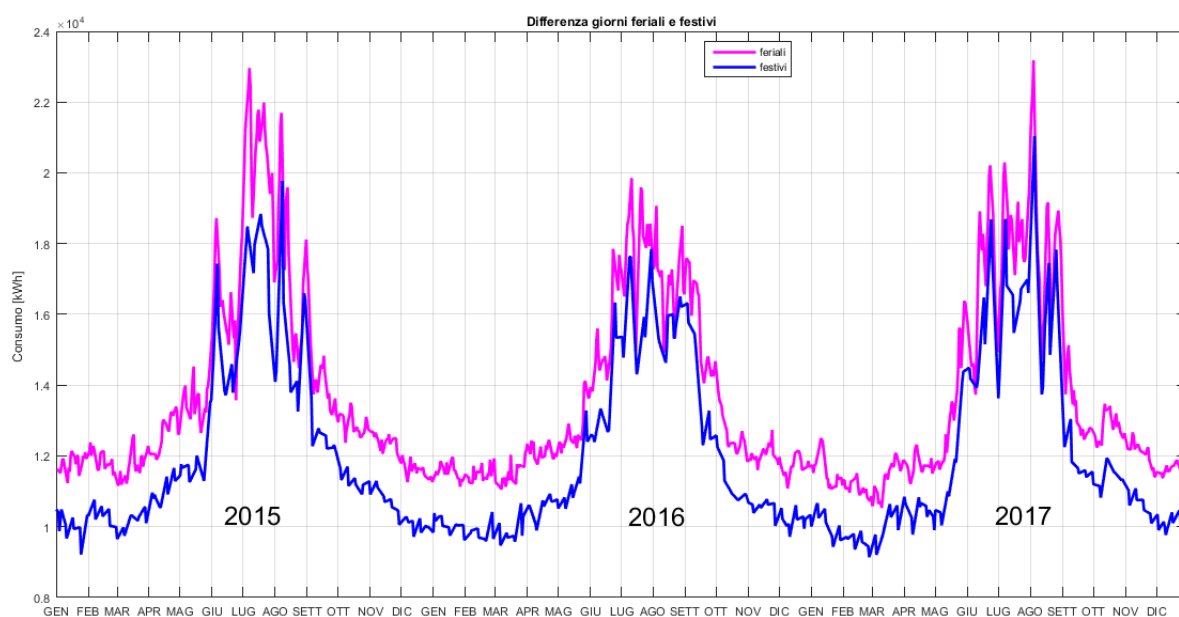


Figura 3.2.13 - Differenza di consumo elettrico tra i giorni feriali e festivi, P.O. Martini

La discrepanza di consumo riscontrata, riportata in Figura 3.2.13, va attribuita al diverso tipo di attività svolto: il sabato, la domenica e tutti i giorni festivi, rimangono operative solamente le degenze, il Pronto Soccorso e il DEA ed il blocco operatorio per eventuali interventi di emergenza, mentre tutto il resto del presidio rimane “fermo”. Si è quindi scelto di attribuire la differenza di consumo all’uso degli apparecchi elettromedicali, nonostante i diversi consumi non siano dovuti solo ad essi ma anche, ad esempio, alle quote di illuminazione degli uffici, degli studi medici, degli ambulatori, etc. Tuttavia durante i giorni festivi gli

apparecchi elettromedicali vengono impiegati in caso di emergenza o lasciati in stand-by per la pronta disponibilità, e tale utilizzo “compensa” le differenze con gli altri apporti mancanti.

Questa stima è stata effettuata, per i tre anni oggetto d’analisi, sia su base annuale (Tabella 3.2.13) sia su base mensile (in Tabella 3.2.14 è riportata quella relativa al 2017, in Tabella 3.2.15 il riepilogo per tutti e tre gli anni), al fine di ottenere un valore più pesato. Nonostante la differenza riscontrata sia minima, si fa riferimento al dato ricavato su base mensile in quanto più accurato. L’incidenza sul consumo totale risulta quindi essere del 12%.

Tabella 3.2.13 – Differenza consumi elettrici tra giorni feriali e festivi calcolata sul totale annuale, P.O. Martini

anno	media feriali	media sabato e festivi	ΔE [kWh]	%
2015	13559	11760	1799	13,3%
2016	13129	11504	1625	12,4%
2017	13215	11626	1589	12,0%
media	13301	11630	1671	13%

Tabella 3.2.14 - Differenza consumi elettrici tra giorni feriali e festivi calcolata sul base mensile, anno 2017, P.O. Martini

2017				
mese	media gg feriali	media gg festivi	ΔE [kWh]	ΔE %
gennaio	11242	9797	1445	13%
febbraio	10778	9286	1491	14%
marzo	11020	9708	1312	12%
aprile	11393	10115	1278	11%
maggio	13074	11317	1756	13%
giugno	16423	15002	1421	9%
luglio	17764	15729	2035	11%
agosto	17776	16209	1567	9%
settembre	13069	11612	1456	11%
ottobre	12453	11075	1378	11%
novembre	11741	10386	1355	12%
dicembre	11224	9848	1376	12%
			17871	12%

Tabella 3.2.15 – Differenza consumi elettrici tra giorni feriali e festivi su base mensile, riepilogo triennio, P.O. Martini

anno	totale gg feriali	totale gg festivi	ΔE annuale [kWh]	% ΔE (media pesata)
2015	162019	141951	20068	13%
2016	157096	138771	18325	12%
2017	157955	140084	17871	12%
media	159022	140268	18754	12%

3.2.3.6. Riepilogo consumi elettrici

A seguito dell'analisi svolta, la ripartizione dei consumi elettrici tra i diversi utilizzi è quella illustrata in Figura 3.2.14:

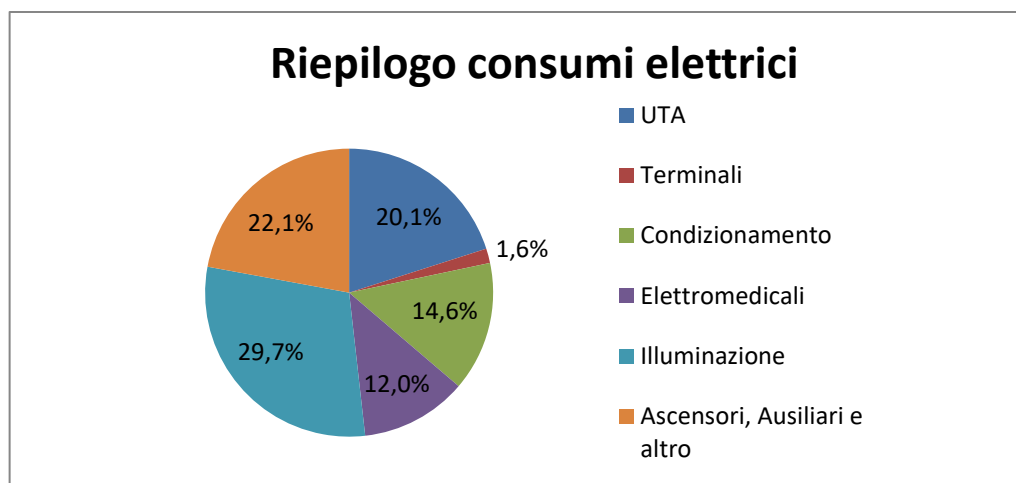


Figura 3.2.14 – Ripartizione Fabbisogno elettrico, P.O. Martini

Considerando che gli impianti di sollevamento hanno quadri elettrici dotati di inverter, un uso discontinuo durante il giorno influenzato dal flusso di persone all'interno della struttura, un consumo differente a seconda della direzione della corsa (salita o discesa) e del numero di fermate, l'incidenza del consumo dovuto all'utilizzo degli ascensori rispetto al fabbisogno totale è minima. Si ipotizza pari al 5%. Non essendo invece noto il numero e la tipologia di ausiliari presenti nella struttura e asserviti ai diversi impianti, il consumo ad essi attribuibile può esser stimato solo per differenza, sottraendo al consumo totale medio i fabbisogni elettrici calcolati per gli altri impieghi.

Partendo da tale supposizione è possibile suddividere ulteriormente i consumi elettrici nei diversi usi. Il risultato finale è riportato in Tabella 3.2.16 e illustrato in Figura 3.2.15.

Tabella 3.2.16 – Fabbisogni elettrici P.O. Martini, ripartizione per i diversi usi

Riepilogo consumi elettrici		
Uso energia	kWh	%
UTA	937002	20,1%
Terminali	75929	1,6%
Condizionamento	679842	14,6%
Elettromedicali	559099	12,0%
Illuminazione	1385409	29,7%
Ascensori	233500	5,0%
Ausiliari e altro	799224	17,1%
Totale	4670007	100%

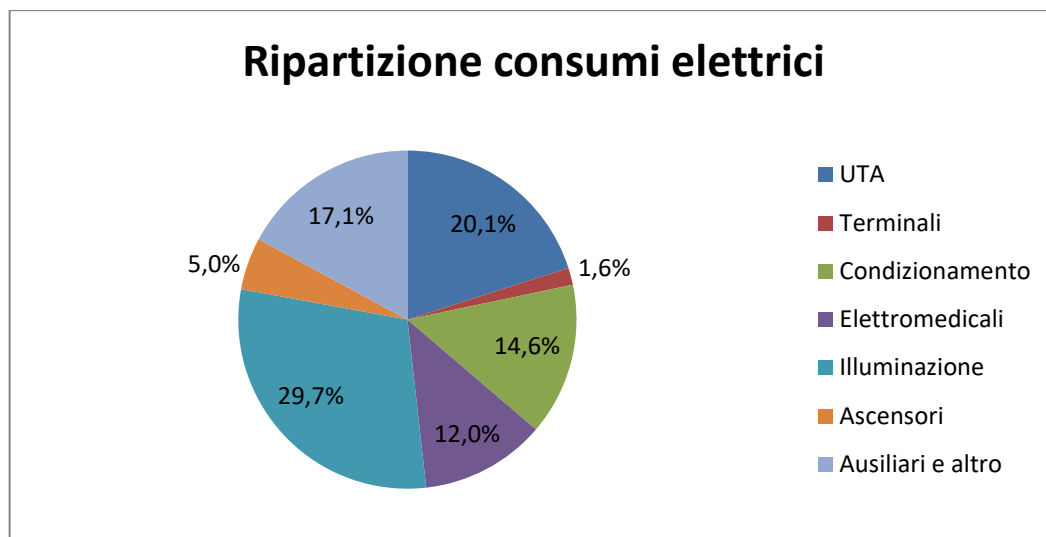


Figura 3.2.15 – Ripartizione Fabbisogno elettrico finale, P.O. Martini

La quota di utilizzo maggiore è quella per l'illuminazione. Tale valore diminuirà man mano che gli attuali apparecchi illuminanti verranno via via sostituiti con quelli a tecnologia LED. Tuttavia il consumo potrebbe ulteriormente ridursi con un uso responsabile degli impianti di illuminazione, stimolando una certa sensibilizzazione da parte del personale e installando sensori di presenza negli ambienti meno frequentati, come servizi igienici e spogliatoi.

A seguire vi è il fabbisogno elettrico dovuto agli impianti di trattamento dell'aria, che corrisponde al 20,1% del totale. Anche questa quota potrebbe diminuire se si ottimizzassero i periodi di funzionamento delle UTA: considerando che attualmente le UTA sono attive 24/24 ore in tutta la struttura, differenziandone gli orari a seconda degli ambienti serviti e impostando timer e centraline di controllo, le ore di funzionamento totali potrebbero ridursi quasi del 50%.

Il consumo degli apparecchi elettromedicali corrisponde a circa il 12% del totale, su questa quota è difficile intervenire poiché sono dispositivi speciali il cui utilizzo non può essere programmato. Oltre che sensibilizzando il personale sanitario, l'unico modo per ridurre in minima parte tale fabbisogno è utilizzando apparecchiature di ultima generazione ad elevata efficienza energetica, ma ciò comporterebbe una spesa economica importante il cui rientro non è garantito.

Una volta dismessi gli impianti split, tutti i sistemi di condizionamento saranno centralizzati. Ciò consentirà un maggior controllo, sia a livello di funzionamento sia di impostazioni igrometriche, e di conseguenza il consumo elettrico dovrebbe in parte ridursi.

Capitolo 4 – I Sistemi di Gestione dell'Energia

La gestione efficace dell'energia deve diventare una priorità per le persone e le organizzazioni. Il pensiero comune ritiene che per controllare i consumi energetici e ridurli si debbano effettuare interventi mirati atti a limitare le dispersioni termiche, con l'installazione di sistemi di illuminazione e apparecchi elettrici a basso consumo o con la scelta di componenti impiantistiche più performanti (come caldaie ad alta efficienza, sistemi di cogenerazione, pompe di calore, etc.). Queste operazioni sono necessarie ma tuttavia non sufficienti: non basta installare dispositivi e strumenti a basso impatto energetico, ma è anche necessario che tali strumenti siano costantemente controllati e monitorati al fine di ottenere il più alto livello di efficienza energetica possibile. Il ricorso alle nuove tecnologie volte a gestire e controllare impianti e dispositivi può comportare importanti vantaggi in termini di ottimizzazione nell'uso dell'energia.

Sono sempre più le aziende che stanno maturando la consapevolezza che una gestione ottimale dei consumi di energia fornisce informazioni fondamentali per l'azienda stessa e permette di risparmiare sulle spese. Per questo motivo si sta diffondendo sempre più il concetto di *energy management*, inteso come gestione dell'energia volta non solo all'utilizzo di fonti economicamente ed ecologicamente vantaggiose, ma anche alla riduzione degli sprechi nei consumi. A tale scopo, all'installazione e utilizzo di strumenti che riducano l'impatto energetico bisogna affiancare l'utilizzo di sistemi di monitoraggio e gestione intelligente di calore, elettricità ed acqua.

Il decreto legislativo 102/2014⁹ ha reso la diagnosi energetica obbligatoria per le grandi aziende e le organizzazioni energivore, mentre per le aziende non obbligate è stato avviato un programma di incentivi volto a stimolare l'efficientamento energetico. Tale obbligo non si applica alle grandi imprese che hanno adottato Sistemi di Gestione dell'Energia conformi alle norme ISO 50001¹⁰ e ISO 14001¹¹: l'implementazione di un SGE risulta quindi una valida alternativa alla diagnosi energetica.

⁹ Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n.102, Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica

¹⁰ UNI CEI EN ISO 50001, *Sistemi di gestione dell'energia - Requisiti e linee guida per l'uso*, 2011

¹¹ UNI EN ISO 14001, *Sistemi di gestione ambientale – Requisiti e guida per l'uso*, 2015

L'audit energetico è lo strumento principale attraverso cui un'impresa può comprendere dove e come consuma energia e quali possibilità di intervento ci sono per migliorarne l'utilizzo. Il punto di partenza indispensabile per un accurato processo di diagnosi è conoscere con precisione i propri consumi, la distribuzione nell'uso dei vettori energetici ed ogni altro elemento legato alle politiche di impiego dell'energia. Tuttavia ancora troppo spesso i consumi registrati derivano dai dati di bollettazione e manca un dettaglio accurato, inoltre occorre poter rilevare consumi con una frequenza sempre più ridotta per avere garanzia di dati sempre aggiornati. L'accuratezza del dato di consumo dipende anche dal tipo di struttura o processo che si prende in esame. Accanto alla registrazione dei consumi occorre valutare le condizioni (come temperature esterne, fruizione della struttura, particolari interventi effettuati) che li hanno determinati al fine di definire la *baseline* su cui basarsi per effettuare qualsiasi tipo di valutazione.

4.1. Proposta di implementazione di un SGE

Nell'effettuare l'analisi energetica del P. O. Martini si è riscontrata proprio la situazione sopra descritta: i dati in nostro possesso sono risultati incompleti e non dettagliati, di difficile reperimento e derivanti quasi esclusivamente dalla bollettazione, per cui per ripartire i consumi energetici totali nei diversi usi è stato necessario effettuare numerose stime ed ipotesi, ottenendo un risultato indicativo ma non del tutto esatto. Per tale ragione, piuttosto che concludere il processo di diagnosi energetica proponendo interventi di efficientamento, si è preferito focalizzare l'attenzione sulla creazione di un Sistema di Gestione dell'Energia. Una volta implementato tale sistema si avrà a disposizione un database organizzato ed aggiornato contenente ogni tipo di informazione circa i flussi, gli usi e i consumi energetici all'interno della struttura. Ciò permetterà in seguito di concludere la diagnosi energetica già predisposta in modo più accurato, per cui la valutazione delle opportunità di ottimizzazione e di risparmio energetico risulterà più precisa in termini sia energetici sia economici, facilitando il processo decisionale.

I vantaggi dei software in termini di risparmio sono notevoli già nel breve periodo, ma anche a lungo termine risultano piuttosto significativi. I sistemi di gestione dell'energia sono consigliati in tutte le realtà medio-grandi in virtù dei benefici superiori che consentono di ottenere grazie alla definizione di politiche aziendali con obiettivi specifici, all'impegno dei

vertici dell'organizzazione, al coinvolgimento di tutti i livelli del personale, alla definizione di un piano di azione dettagliato e agli interventi di controllo continuo dei consumi puntuali.

Per ottimizzare i costi di esercizio è necessario creare un sistema decisionale fondato sul monitoraggio costante dell'andamento dello stato di gestione e manutenzione degli impianti energetici, ma anche dei processi, dei servizi o delle attività svolte all'interno della struttura. Risulta quindi conveniente valutare l'opportunità di installazione di sistemi di monitoraggio o di *building automation and control (BAC)*, connessi ad un software di *management*, e sistemi di *technical building management (TBM)*. Con BAC si intende ogni prodotto, software o sistema in grado di automatizzare controllo, monitoraggio ed ottimizzazione di una o più attività di impianto, favorendone il risparmio energetico, la manutenzione e la sicurezza. Con TBM e TBS (*Technical Building System*) ci si riferisce a BACS più evoluti, comprensivi di *data collection*, reportistica, contabilizzazione dei consumi, attività operative e gestionali a supporto delle attività di *building management*. Essi costituiscono quindi un valido strumento per il controllo delle prestazioni energetiche di una struttura o di un intero parco edilizio.

La norma UNI ISO 50001 definisce i requisiti fondamentali che un Sistema di Gestione dell'Energia deve possedere al fine di poter essere adeguato e soprattutto certificabile. Accanto alla definizione normativa, sono state analizzate alcune soluzioni presenti attualmente sul mercato, al fine di individuare le caratteristiche principali di cui tali sistemi devono disporre per risultare adatti alla struttura ospedaliera considerata ed eventualmente all'intera azienda sanitaria di cui essa fa parte.

4.2. Campo normativo: la ISO 50001

La normativa europea UNI CEI EN ISO 50001 del 2011 circa i Sistemi di Gestione dell'Energia specifica i requisiti necessari per avviare ed utilizzare un SGE in maniera corretta. Lo scopo di tale sistema è di consentire che un'impresa o un ente persegua, con un approccio metodico e sistematico, un continuo miglioramento della propria prestazione energetica. Vengono definiti tutti i requisiti applicabili all'uso e consumo di energia, incluse le attività di misurazione, documentazione e reportistica, di progettazione e acquisto per attrezzature, processi e personale.

La normativa è applicabile a qualsiasi organizzazione che desideri assicurarsi di essere conforme alla propria politica energetica e dimostrare tale conformità ad altri mediante certificazione del proprio Sistema di Gestione dell'Energia.

Lo standard ISO 50001 è volto a favorire e promuovere l'uso delle migliori pratiche per ridurre i consumi di energia delle apparecchiature energivore e la conseguente gestione dei relativi processi in chiave energetica. L'adozione e la certificazione del Sistema di Gestione dell'Energia costituiscono al momento un effettivo elemento distintivo e di competitività che dà evidenza, a tutte le parti interessate, dell'impegno reale e concreto dell'organizzazione nell'uso consapevole e responsabile dell'energia. L'attuale limitata diffusione del modello ISO 50001 garantisce infatti alle imprese certificate una visibilità e una connotazione pionieristica di sostenibilità ambientale ed efficienza energetica che nessun altro modello gestionale può ad oggi garantire.

Inoltre la direttiva europea 2012/27/UE sull'efficienza energetica sancisce la necessità/opportunità di adottare Sistemi di Gestione dell'Energia in ambiti quali la pubblica amministrazione, le grandi imprese, il settore civile e le ESCO (Società che forniscono servizi energetici).

Un SGE funziona secondo il cosiddetto ciclo *Plan – Do – Check – Act* (PDCA) del miglioramento continuo ed incorpora la gestione dell'energia nelle attività organizzative quotidiane. L'approccio PDCA può essere così definito:

- Si effettua un'analisi energetica e si verificano le possibilità di efficientamento;
- Il *Management* redige una politica energetica aziendale, fissando obiettivi quantitativi di risparmio da raggiungere in un certo arco temporale;
- Viene messo a punto un sistema di gestione con l'aiuto di consulenti esterni, che indica le procedure di dettaglio atte a conseguire gli obiettivi prefissati;
- Viene implementato un sistema di monitoraggio che servirà a raccogliere ed analizzare i dati sui consumi al fine di assicurare il raggiungimento dei target;
- Si realizzano gli interventi di efficientamento e ottimizzazione previsti e se ne controlla l'esito;
- Eventualmente si correggono la politica aziendale o le procedure interne qualora i risultati non siano in linea con le aspettative.

Fra i punti da migliorare per le organizzazioni che si certificano ci sono il coinvolgimento delle diverse funzioni aziendali nel sistema di gestione, la comunicazione verso l'interno e verso l'esterno, l'adozione di procedure di acquisto di beni e prodotti che tengano conto dell'impatto energetico e ambientale nel ciclo di utilizzo aziendale. Le difficoltà riguardano la partecipazione delle piccole e medie imprese, la possibile burocrazia collegata ai Sistemi di Gestione dell'Energia e la mancanza di tempo e soprattutto di risorse, che rende più complesso per i dipendenti adattarsi al sistema stesso.

4.3. Caratteristiche fondamentali SGE

4.3.1. Caratteristiche standard di un sistema di gestione energia

I Sistemi di Gestione dell'Energia, per poter esser definiti tali, devono possedere una serie di caratteristiche "base". Vi sono inoltre requisiti specifici che rendono un software migliore di altri: sono state studiate e confrontate diverse soluzioni esistenti attualmente sul mercato, al fine di determinare le specifiche principali di cui tali sistemi devono disporre per risultare adeguati ad una struttura come il presidio ospedaliero oggetto d'analisi.

Gli aspetti chiave individuati per un Sistema di Gestione dell'Energia sono:

- Modularità: il sistema deve essere modulare, costituito da una piattaforma base a cui è possibile aggiungere moduli ausiliari e integrativi, per aumentare il livello di management e poter ricoprire diversi ambiti a seconda della tipologia del sito oggetto d'esame. È fondamentale che il sistema sia personalizzabile, affinché possa essere adeguato alle differenti esigenze delle strutture, che dipendono dal tipo di attività svolta. La customizzazione risulta particolarmente utile in un parco edilizio come quello di una ASL dove sono presenti diverse categorie di edificio, sia a livello di dimensioni sia di destinazione d'uso: vi sono i grandi e articolati presidi ospedalieri, le residenze sanitarie, gli ambulatori, le farmacie, il Sert, strutture con funzioni più regolari come stabili residenziali e uffici, etc. A seconda della destinazione d'uso si potrebbero quindi implementare funzionalità di monitoraggio e acquisizione dei dati di diverso livello, appropriato al tipo di attività che viene svolta.
- Immissione dati: i dati devono poter essere inseriti manualmente tramite web browser, ma anche registrati in automatico. La raccolta dati è il prerequisito chiave per qualsiasi tipo di controllo, monitoraggio e analisi, pertanto è fondamentale che il software ammetta in parallelo diversi criteri di importazione: oltre all'immissione manuale, devono essere

supportati diversi metodi di acquisizione dei dati completamente automatizzati, come i sistemi di *Building Automation and Control*. I valori raccolti devono innanzitutto risultare sempre tracciabili, devono essere trasferiti a dei server per poi essere processati e stoccati, al fine di creare un database con possibilità di confronto. I dati acquisiti vengono storicizzati, aggregati ed analizzati. Devono inoltre essere archiviati su una piattaforma cloud ridondante a cui sia sempre possibile accedere, al fine di garantirne l'integrità e la disponibilità.

- **Integrazione/compatibilità:** la piattaforma deve essere in grado di recuperare dati o accettare input da diversi sistemi. Ciò comprende una raccolta dati da sistemi di *Building Automation and Control*, che siano prodotti anche da altri fornitori (poiché se già presenti nella struttura, l'SGE sia implementabile senza che sia necessaria l'acquisizione di nuovi dispositivi o misuratori), per concorrere ad incrementare l'efficienza energetica degli edifici nel rispetto della UNI 15232¹². In tal senso il sistema deve essere compatibile con dispositivi prodotti da terzi, ciò è possibile tramite l'utilizzo di protocolli standard come BACnet e sistemi Modbus. La piattaforma deve inoltre poter essere integrata con altri software manutentivi e/o operativi, così da estendere l'acquisizione di informazioni anche al livello di gestione, consentendo a tecnici ed *energy manager* di verificare eventuali sprechi legati al consumo energetico di un impianto o di un macchinario, di programmare e gestire gli interventi manutentivi necessari al fine di ottimizzare le funzionalità dell'impianto stesso, così da razionalizzare i consumi nel lungo termine.
- **Disponibilità:** dalla piattaforma deve essere possibile la visualizzazione in tempo reale di consumi e parametri ambientali, l'accesso a dati inventariali, manutentivi, tecnologici ed energetici, in modo da poter individuare istantaneamente lo stato della struttura monitorata.
- **Monitoraggio:** la piattaforma deve consentire il monitoraggio di performance ed affidabilità dei sistemi, ed anche il raggiungimento di obiettivi prefissabili di risparmio energetico e di sostenibilità, attraverso un utilizzo studiato dell'energia. Deve essere presente un controllo continuativo di consumi ed emissioni, correlati dai rispettivi inventari (ripartizione fabbisogno energetico/emissione sui diversi utilizzi). Il controllo continuo dei consumi, come anche delle emissioni, deve essere disponibile su svariati livelli: dal totale dell'edificio deve essere possibile una suddivisione via via più dettagliata circa il fabbisogno energetico delle diverse utenze e servizi. Il grado di accuratezza deve essere stabilito a priori poiché da esso dipenderà la tipologia di sistema di misurazione e acquisizione necessario.

¹² UNI EN 15232-1:2017, *Prestazione energetica degli edifici – Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici*, 2017

I dati rilevati da contatori e misuratori ed il trend di consumo devono essere monitorati continuamente, così che eventuali violazioni di limiti, aumenti, anomalie, valori mancanti o nulli ed errori di misurazione siano automaticamente registrati e segnalati.

- Analisi: prima che i consumi possano essere ottimizzati è necessario appurarne i livelli esatti. L'analisi dei dati raccolti è parte integrante della gestione energetica e dell'ottimizzazione delle performance di un edificio. Il Sistema di Gestione deve quindi elaborare le informazioni raccolte, sia singolarmente sia a livello aggregato, al fine di costruire un modello energetico dell'edificio e per individuare eventuali scostamenti, tenendo sempre in considerazione la correlazione con altri dati o parametri, provenienti da differenti fonti anche esterne, che possano influenzare le performance dell'edificio.

Tra i diversi *tools* di cui deve disporre il software deve essere possibile: l'identificazione di inefficienze, la valutazione con simulazioni dinamiche, il confronto con target di consumo, dati storici, trend annuali, settimanali, giornalieri e l'impostazione di un periodo di riferimento. Deve esser compresa l'interrelazione climatica e con gli altri fattori che possano influenzare i consumi, come ad esempio la temperatura dell'aria di mandata e di ripresa degli impianti di ventilazione, il posizionamento e la tipologia delle valvole, eventuali interventi manutentivi (sostituzione filtri, batterie, etc.), la temperatura di ritorno delle condense nelle centrali termiche, etc. Nella fase di analisi devono essere calcolati gli indici di prestazione chiave della struttura, ossia gli indicatori ritenuti rappresentativi della performance energetica. Essi vanno definiti a priori poiché variano a seconda della destinazione d'uso dell'edificio: in un presidio ospedaliero, ad esempio, per il confronto con valori di riferimento e *benchmarking* possono essere calcolati indici come kWh/m², kWh/m³, kWh/posto letto, ma anche dei parametri più dettagliati quali kWh/zona funzionale, kWh/numero interventi, etc.

Il sistema deve consentire l'individuazione del dispendio energetico sia per i servizi comfort dell'edificio, quali riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, produzione di acqua calda sanitaria e illuminazione, sia per le attività erogate dalla struttura in esame: nel caso di un presidio sanitario, ad esempio, il carico elettrico richiesto da apparecchi elettromedicali o il fabbisogno di energia termica per le centrali di sterilizzazione e disinfezione.

- Reportistica. Il software deve poter creare relazioni, report, diagrammi e grafici risultanti dalle analisi svolte. Devono poter essere implementate le tipologie standard di report, ma anche relazioni personalizzabili. La reportistica deve coprire diversi gradi di esigenza: dai consumi di un solo misuratore, a relazioni circa i trend di consumo su un periodo prefissato e confronti con valori di riferimento, costi e budget, fino a resoconti più complessi circa la performance energetica, il fabbisogno degli impianti o i profili di carico.

- Certificazioni: il software deve rispettare e supportare le competenze necessarie per l'adeguamento agli standard nazionali, in particolare deve possedere i requisiti di certificazione definiti dalla UNI ISO 50001, in modo che l'azienda possa certificarsi ed accedere alle incentivazioni garantite dalla normativa stessa.

4.3.2. Caratteristiche per applicazione in ambito sanitario

Oltre alle caratteristiche tecniche standard sopra esposte, che definiscono un Sistema di Gestione dell'Energia adatto a diverse tipologie di edifici, occorre definire dei requisiti più specifici che tengano conto della peculiarità della struttura in esame, ossia un presidio ospedaliero, dell'attività e dei servizi sanitari che vengono svolti all'interno e delle complicazioni che essi comportano rispetto alle altre destinazioni d'uso.

In particolare il sistema di gestione energetica dovrebbe:

- Suddividere la struttura nelle diverse aree funzionali: per lo meno una ripartizione nelle 5 zone individuate nel paragrafo 1.2.1 (zone ad alta intensità di cura, blocco operatorio, radiologia e laboratori di diagnostica, reparti di degenza, ambulatori e day hospital, servizi). Deve essere disponibile un'anagrafica delle zone servite e la loro diversificazione in termini di: localizzazione, carichi energetici ed orari di funzionamento, numero di personale, pazienti, utenti non sanitari o visitatori esterni presenti, tipologia di attività svolta.
- Calcolo di indici di prestazione specifici: gli indici di performance e di consumo andrebbero calcolati per ogni diversa tipologia d'area individuata, al fine di poter ottenere valori più realistici e rappresentativi: il consumo energetico del blocco operatorio, ad esempio, andrà rapportato al numero di interventi svolti, o alle ore di sala operatoria, affinché possa esser "valutato"; il fabbisogno energetico dei reparti di degenza invece può essere semplicemente correlato al numero di posti letto ed alla temperatura esterna, così come il profilo di carico registrato negli ambulatori deve esser confrontato con il numero di prestazioni eseguite.
- Quantificazione attività svolte: oltre ai consumi energetici, vanno monitorati e registrati altri parametri indicativi del "consumo" di una struttura. Nel sistema di gestione deve essere presente un database in cui sono riportati: il numero di personale sanitario e non sanitario presente all'interno della struttura nelle diverse fasce orarie (rispetto ad esempio ai turni: orari di ogni turno e numero personale per ciascuno), il numero di pazienti ricoverati nei reparti di degenza (totali o se possibile per ciascun reparto), il numero di pazienti presenti nel reparto di day-hospital, il numero di ingressi registrati al Pronto Soccorso, il numero di interventi chirurgici eseguiti correlato dalle ore di sala operatoria, il numero di prestazioni ambulatoriali e di esami diagnostici (TAC, risonanze magnetiche, radiografie) effettuati. Tutti

i parametri devono essere riferiti ad un periodo di tempo definito a priori: base giornaliera, settimanale, mensile, annuale, a seconda dell'accuratezza che si intende raggiungere.

In tal modo oltre al livello di utilizzo della struttura può anche esser registrato il flusso di persone che vi transitano. Questo parametro contribuisce a quantificare i consumi, può essere utile, ad esempio, a definire il profilo di carico giornaliero degli impianti elevatori o ad individuare quali aree del presidio vengono utilizzate in maniera limitata durante il giorno e come tali potrebbero essere "spente" in alcuni periodi.

- *Inventario apparecchiature elettromedicali*: all'interno del sistema di gestione dell'energia oltre al censimento di impianti HVAC, di illuminazione e di produzione di ACS, deve essere disponibile un elenco aggiornato delle apparecchiature elettromedicali presenti nel presidio, correlato da modello, dati nominali ed entrata in funzionamento. In tale elenco andrebbero poi individuati i dispositivi di cui è necessario il monitoraggio: ad esempio per macchinari particolarmente energivori come le TAC, le risonanze magnetiche ed i gruppi radiologici, potrebbe essere utile un monitoraggio continuo al fine di determinarne il profilo di carico energetico, ma anche per mantenerne l'efficienza operativa. Essendo apparecchi particolarmente delicati sottoposti a procedimenti manutentivi particolari, un controllo automatizzato correlato da allarmi e segnalazioni a tecnici e manutentori contribuirebbe sia al risparmio energetico, sia al corretto mantenimento dell'apparecchio, con conseguente riduzione di sprechi e guasti.
- *Supporto gestionale*: il sistema deve poter essere utilizzato anche per valutare i contratti di fornitura energetica, confrontando tra le diverse opzioni di approvvigionamento, comparando ed analizzando i costi a lungo termine, al fine di individuare la migliore offerta sul mercato. Deve inoltre controllare i costi identificando eventuali errori di fatturazione (confronto immediato tra consumi riportati in bolletta e consumi registrati dai misuratori del sistema di gestione, seguito da segnalazione di eventuali anomalie), o clausole che possano rendere i contratti più vantaggiosi.

L'implementazione di queste specifiche in un SGE dotato dei requisiti tecnici prescritti nel paragrafo 4.2.1, consentirebbe il raggiungimento di un elevato livello di controllo e gestione automatizzati del presidio non solo in termini energetici, ma del suo utilizzo sotto diversi aspetti. In questo modo sarebbe possibile definire politiche gestionali "su misura" per la struttura monitorata, così da poterla rendere efficiente. Ciò permetterebbe di ridurre i consumi energetici e le emissioni, di valutare il reale impatto di interventi di efficientamento e di investimenti a lungo termine, di ottimizzare la gestione energetica ed economica della struttura, con conseguente riduzione delle spese.

In Tabella 4.3.1 sono specificati i parametri caratteristici che il sistema di gestione dovrebbe rilevare, la relativa modalità di immissione del dato ed il periodo di aggiornamento necessario per un monitoraggio adeguatamente accurato.

Tabella 4.3.1 – Elenco dati e parametri richiesti dal Sistema di Gestione dell'Energia descritto

Descrizione parametro	Modalità di immissione	Aggiornamento
Suddivisione aree per destinazioni d'uso	Manuale	Annuale
Orari utilizzo diverse zone	Manuale	Semestrale
Censimento personale: numero personale sanitario e non sanitario e relativi turni di lavoro	Manuale	Semestrale
Numero di pazienti ricoverati nei reparti	Manuale	Settimanale o Mensile
Numero di pazienti nel reparto Day Hospital	Manuale	Settimanale o Mensile
Numero di passaggi in Pronto Soccorso	Manuale	Settimanale o Mensile
Numero di interventi chirurgici, con relative ore di sala operatoria	Manuale	Settimanale o Mensile
Numero di prestazioni ambulatoriali ed esami diagnostici	Manuale	Settimanale o Mensile
Inventario apparecchiature elettromedicali con individuazione dispositivi richiedenti monitoraggio	Manuale	Semestrale
Censimento impianti HVAC, relativi componenti e terminali	Manuale	Semestrale
Censimento impianti produzione ACS, relativi componenti e terminali	Manuale	Semestrale
Censimento apparecchi illuminazione	Manuale	Semestrale
Aggiornamento stato impianti a seguito di interventi di manutenzione ordinaria programmata	Manuale	Semestrale
Aggiornamento stato impianti a seguito di interventi di manutenzione straordinaria	Manuale	A seguito di ogni intervento
Rilevamento bollette: registrazione consumi fatturati e importo	Automatico	Mensile
Comparazione contratti di fornitura e approvvigionamento energetico con le offerte presenti sul mercato	Automatico	Annuale
Rilevamento e registrazione consumi energetici dei punti di controllo prestabiliti, misurazione potenze assorbite dispositivi e relativo effetto utile con definizione del rendimento di ogni componente monitorato	Automatico	Giornaliero o Orario
Rilevamento e registrazione parametri monitorati nei punti di controllo prestabiliti (temperatura di mandata e/o di ripresa dell'aria, temperatura di ritorno delle condense nelle centrali termiche, livello sporco filtri, etc.)	Automatico	Giornaliero
Rilevamento e registrazione condizioni climatiche e parametri ambientali esterni	Automatico	Giornaliero
Monitoraggio e analisi fabbisogno energetico della struttura ed eventuali segnalazioni (anomalie, aumenti, diminuzioni, perdite, etc.), ripartizione sui diversi utilizzi energetici	Automatico	Definito dall'utente
Misurazione o calcolo (a seconda del punto di controllo definito) delle emissioni di CO2 e altri gas serra con eventuali segnalazioni di superamento di soglie prestabilite	Automatico	Mensile
Calcolo spesa energetica totale e comparazione con valori di benchmark e registrazioni precedenti	Automatico	Semestrale
Analisi e monitoraggio dello stato del sistema di gestione stesso: verifica collegamento server, acquisizione dati e back-up, presenza di valori nulli o anomalie di sistema	Automatico	Giornaliero

4.4. SGE e Diagnosi Energetica: vantaggi tecnici ed economici

La realizzazione di una diagnosi energetica comporta una spesa non influente in termini sia economici sia di tempo necessario, in quanto per il suo svolgimento è indispensabile l'intervento di professionisti di un certo tipo. Stabilire a priori il costo di una diagnosi energetica è impossibile: occorre conoscere l'immobile, poiché il prezzo può variare di molto in base a dove è ubicato il sito produttivo, alle dimensioni, al numero di interventi e alla destinazione d'uso della struttura. Bisogna quindi in prima istanza definire l'ordine di grandezza (sia fisico sia "energetico") del presidio ospedaliero analizzato.

Per le fasi di raccolta dati, attività sul campo, analisi e progettazione, si riporta in Tabella 4.4.1 un elenco delle azioni necessarie il tempo richiesto per svolgerle presso il P.O. Martini.

Tabella 4.4.1 – Elenco rilievi e azioni necessari per un audit energetico del P.O. Martini

Descrizione Azione o Rilievo	Tempo richiesto	Ore lavorative
Analisi fruizione della struttura: orari, flussi di persone, numero di dipendenti, numero pazienti, prestazioni e interventi eseguiti. Colloqui con direzione e personale	2 giorni	16
Verifica completa involucro edilizio: classificazione pareti esterne e copertura, stratigrafia, eventuali carotaggi, calcolo di trasmittanza e dispersioni termiche, stato fisico dell'involucro, rilievo eventuali interventi effettuati	2 giorni	16
Censimento serramenti esterni: numero e tipologia di serramenti, ubicazione, calcolo di trasmittanza e dispersioni, verifica dello stato fisico	2 giorni	16
Censimento Unità di Trattamento Aria: numero di unità presenti, zone servite e disposizione canali, dati di targa, tipo di regolazione, presenza di inverter, ore di funzionamento, potenza assorbita e consumo	3 giorni	24
Censimento Gruppi Frigo: numero di unità presenti, collocazione, dati di targa, tipo di funzionamento e regolazione, ore equivalenti, potenze assorbite e consumi	2 giorni	16
Censimento centrali termiche: numero di stazioni/centrali, dati di targa, potenze installate e assorbite, carichi termici, funzionamento e regolazione, consumi	2 giorni	16
Censimento ausiliari degli impianti: numero di ausiliari presenti in tutti gli impianti, tipologia e ubicazione, potenze installate e assorbite, funzionamento e consumi	3 giorni	24
Censimento terminali di riscaldamento, condizionamento e raffrescamento: numero e tipo di unità, ubicazione, modello, tipo di funzionamento e regolazione, consumi	4 giorni	32
Censimento apparecchi elettromedicali: numero di strumenti e apparecchi presenti, tipo, ubicazione, modello, dati tecnici, tipo di funzionamento, potenza assorbita in uso ed in stand-by	1 settimana	40
Censimento apparecchi illuminanti: numero di apparecchi presenti in tutto il complesso, tipo e modello di ciascuno, consumo e ore di funzionamento	4 giorni	32
Analisi elettrica: rilevamento potenze quadri elettrici, suddivisione della linea, gestione, analisi quadri di piano e diverse alimentazioni. Definizione del flusso di energia elettrica per le diverse utenze, ripartizione dei consumi.	1 settimana	40
Analisi termica: ripartizione consumi termici per le diverse utenze. Definizione del flusso di energia termica	2 giorni	16
Definizione e progettazione misure di ottimizzazione ed efficientamento energetico	1 settimana	40
Totale ore necessarie		328

Le ore richieste per lo svolgimento di tali operazioni sono tarate sulle dimensioni caratteristiche della struttura esaminata. In Tabella 4.4.2 è riportato un riepilogo dei parametri di riferimento ottenuto dai dati ottenuti ed elaborati nei precedenti capitoli:

Tabella 4.4.2 – Caratterizzazione della struttura, P.O. Martini

Dimensioni struttura		
denominazione	u.m.	valore
sup. totale	m2	38.752
sup. occupata	m2	20.615
posti letto	-	249
sup/posto letto	m2/posto letto	82,8
energia elettrica	tep	900,30
energia termica	tep	461,78
consumo totale	tep	1362,08

Per completare la procedura di diagnosi energetica, compresa di misurazioni, analisi dei consumi e successiva fase di progettazione, occorrono quindi circa 41 giorni lavorativi (ipotizzandoli di 8 ore ciascuno: $328/8 = 41$).

Per determinare a priori il tempo necessario a svolgere un audit energetico sufficientemente dettagliato si può procedere in un altro modo, seguendo la metodologia di riferimento suggerita da ENEA e definita da ASSOEGE (Associazione Esperti in Gestione dell'Energia). Da un estratto della tabella di riferimento¹³ conforme con la UNI EN 16247, si può ricavare il numero di persona/giorno necessario per effettuare una diagnosi energetica per la struttura:

Tabella 4.4.3 – Valori di riferimento per calcolo risorse umane, metodologia ASSOEGE

numero giorni-uomo necessari per DE		Piccola: <500 tep			Media: >500 tep e <1000 tep			Grande: >1000 tep		
Settore	Sotto settore	min	stand	max	min	stand	max	min	stand	max
Sanità	Ospedale	7	13	20	8	16	24	10	20	30
	Clinica	5	10	15	6	12	18	8	16	24
	Case cura/RSA	4	8	12	5	10	15	8	16	24

Il presidio oggetto d'esame rientra quindi nella terza categoria (grande), con un numero di giorni-uomo necessari da 10 a 30. Va tenuto in considerazione che ogni commessa ha le sue particolarità, che possono rendere l'audit energetico più o meno oneroso a seconda del livello di dettaglio che si vuole raggiungere. È facoltà del committente, in accordo con il responsabile della diagnosi, modificare e adattare scopo e contenuti nella fase di contatto

¹³ Linee Guida per la Formulazione di una proposta commerciale per la diagnosi energetica nel campo civile ed industriale, ASSOEGE, 2015

preliminare (vedi paragrafo 1.1.3.1). I fattori di aggiustamento servono per correggere i valori specificati in Tabella 4.4.3, al fine di tener conto delle condizioni particolari del caso in esame. È compito dell'auditor stabilire con quale percentuale si ritiene opportuno modificare il valore standard, facendo riferimento alla Tabella 4.4.4 in cui è indicata una stima dell'impatto massimo che si può presentare, sia in senso positivo sia in senso negativo.

La valutazione finale si ottiene applicando tutte le correzioni rilevanti per il caso considerato. Se il risultato supera il numero di persona/giorno massimo o minimo, per la fatturazione si effettua la correzione sino al raggiungimento dei limiti indicati in tabella.

Tabella 4.4.4 – Fattori correttivi di aggiustamento, secondo metodologia ASSOEGE

Fattore	Aggiustamento (range)	
	▲ - %	▼ + %
Complessità della realtà da esaminare	-40%	40%
Numero di aree funzionali (correzione per ogni area >1)	0%	20%
Disponibilità di dati e/o altra documentazione utile per la DE	-35%	35%
Dimensione del sito	0%	25%
Campagna di misura dei consumi con strumentazione portatile	0%	50%
Presenza di un EM/struttura interna di energy/facility management	-30%	0%
Livello di qualifica del personale da impiegare	-10%	10%
Crono programma particolarmente corto/lungo	-10%	30%
Livello di dettaglio del DE precisione e profondità di analisi	0%	40%
Valutazioni degli interventi con elevato grado di precisione	0%	50%

A valle di ciò è possibile applicare i fattori di aggiustamento circa le diverse voci citate:

Tabella 4.4.5 – Applicazione fattori di aggiustamento alla struttura oggetto d'analisi: P.O. Martini

fattore di aggiustamento	Range aggiustamento		struttura in analisi	
	min %	max %	%	gg-uomo
complessità della realtà da esaminare	-40%	40%	0%	0,00
numero di aree funzionali	0%	20%	60%	12,00
disponibilità di dati e/o altra documentazione per DE	-35%	35%	20%	4,00
dimensioni del sito	0%	25%	0%	0,00
campagna di misura dei consumi con strumentazione portatile	0%	50%	30%	6,00
Presenza di EM/struttura interna di energy/facility management	-30%	0%	-30%	-6,00
Livello qualifica del personale da impiegare	-10%	10%	0%	0,00
Crono programma particolarmente corto/lungo	-10%	30%	-10%	-2,00
Livello di dettaglio DE	0%	40%	10%	2,00
Valutazione interventi con elevato grado precisione	0%	50%	10%	2,00
Numero gg-uomo di riferimento: ospedale categoria grande	20,00			
Numero gg-uomo con fattori aggiustamento	38,00			

Ciò che emerge da queste valutazioni è che il tempo necessario per svolgere un'analisi energetica ad un livello sufficientemente dettagliato è decisamente superiore rispetto a quello quantificabile seguendo le linee guida nazionali: applicando al caso considerato i fattori di aggiustamento suggeriti dalla metodologia guida, si ricava che per portare a termine la procedura richiesta servirebbero circa 38 giorni di lavoro. Tale valore è coerente a quello determinato a seguito dei sopralluoghi effettuati nella struttura, riportato in Tabella 4.4.1, da cui è emerso che per completare e concludere una diagnosi energetica occorrerebbero almeno 40 giorni. Attenendosi però al valore massimo indicato in Tabella 4.4.3, il numero di giorni-uomo necessari per lo svolgimento della diagnosi nel sito analizzato dovrebbe essere di 30. Considerando che il personale da impiegare per svolgere una diagnosi energetica dettagliata deve, nel complesso, disporre di determinate qualifiche e competenze, si può stimare una tariffa oraria base di 50-70 euro/ora per singolo professionista. In termini economici, il costo della diagnosi energetica del presidio ospedaliero Martini ammonterebbe a minimo 15'000 euro. Applicando la medesima tariffa ma considerando una media di 40 giorni lavorativi effettivamente necessari allo svolgimento dell'audit, la cifra diventerebbe di 20'000 euro.

Le imprese con sistema di gestione volontario EMAS¹⁴, ISO 50001 o ISO 14001 sono escluse dall'obbligo di audit energetico. Ciò consentirebbe di risparmiare sia la spesa per la prima diagnosi energetica, sia quelle per ripetizione della stessa ogni quattro anni (il costo sarà inferiore alla prima in quanto, salvo particolari modifiche, si avrà già a disposizione un modello di diagnosi da applicare).

Con l'implementazione di un Sistema di Gestione dell'energia completo ed adeguato, l'acquisizione delle informazioni necessarie per le diagnosi e la loro registrazione all'interno di un database organizzato rientrerebbe nel processo di creazione del sistema stesso: in tal modo non si dovrebbe sostenere la spesa appena stimata e si avrebbero a disposizione tutti gli elementi necessari a concludere la diagnosi energetica con il solo acquisto del Sistema stesso. Un ulteriore risparmio conseguibile con tali soluzioni è dovuto alla riduzione degli sprechi e in parte dei consumi energetici. La norma UNI EN 15232¹⁵ contiene alcune

¹⁴ *Eco-Management and Audit Scheme*, sistema a cui possono aderire volontariamente imprese e organizzazioni aventi sede nella Comunità Europea

¹⁵ UNI EN 15232-1:2017 Prestazione energetica degli edifici – Parte 1: *Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici*

valutazioni circa l'impatto dei sistemi BACS (*Building Automation and Control Systems*) e TBM (*Technical Building Management*) sulle prestazioni energetiche degli edifici.

La normativa individua quattro classi di efficienza energetica per catalogare i diversi sistemi:

- Classe D: nessuna automazione o BACS a bassa efficienza energetica. I vecchi sistemi andrebbero rivisti ed i nuovi non andrebbero progettati con questi sistemi;
- Classe C: BACS base o standard;
- Classe B: sistemi di BACS e BSM (*Building Management System*) avanzati;
- Classe A: sistemi di BACS e BMS ad alta resa energetica.



Figura 4.4.1 – Classi efficienza energetica sistemi di automazione e gestione dell'edificio, UNI EN 15232

Nella medesima direttiva vengono illustrati i possibili risparmi energetici ottenibili mediante l'utilizzo di un Sistema di Gestione dell'Energia implementato da un sistema di automazione e controllo per il rilievo automatico dei consumi, o attraverso il passaggio dal sistema attualmente installato ad altri di classe superiore, più prestanti. In Tabella 4.4.6 ed in Tabella 4.4.7 sono riportati i fattori di efficienza rispettivamente per l'energia termica e per l'energia elettrica:

Tabella 4.4.6 – Fattori di efficienza BAC per l'energia termica, UNI EN 15232

Energia Termica in edifici non residenziali									
tipologia edificio	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. Classe D)			Risparmio (rif. Classe C)	
	D	C	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
Uffici	1,51	1,00	0,80	0,70	34%	47%	54%	20%	30%
Sale lettura	1,24	1,00	0,75	0,50	19%	40%	60%	25%	50%
Scuole	1,20	1,00	0,88	0,80	17%	27%	33%	12%	20%
Ospedali	1,31	1,00	0,91	0,86	24%	31%	34%	9%	14%
Hotel	1,31	1,00	0,85	0,68	24%	35%	48%	15%	32%
Ristoranti	1,23	1,00	0,77	0,68	19%	37%	45%	23%	32%
Negozi	1,56	1,00	0,73	0,60	36%	53%	62%	27%	40%

Tabella 4.4.7– Fattori di efficienza BAC per l’energia termica, UNI EN 15232

Energia Elettrica in edifici non residenziali									
tipologia edificio	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. Classe D)			Risparmio (rif. Classe C)	
	D	C	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
Uffici	1,10	1,00	0,93	0,87	9%	15%	21%	7%	13%
Sale lettura	1,06	1,00	0,94	0,89	6%	11%	16%	6%	11%
Scuole	1,07	1,00	0,93	0,86	7%	13%	20%	7%	14%
Ospedali	1,05	1,00	0,98	0,96	5%	7%	9%	2%	4%
Hotel	1,07	1,00	0,95	0,90	7%	11%	16%	5%	10%
Ristoranti	1,04	1,00	0,96	0,92	4%	8%	12%	4%	8%
Negozi	1,08	1,00	0,95	0,91	7%	12%	16%	5%	9%

Nello stato di fatto attuale, il presidio ospedaliero in esame è dotato di sistemi di automazione assimilabili alla classe D. Ciò significa che l’implementazione di un sistema BACS di qualsiasi classe superiore, dalla C alla A, consente in ogni caso di ottenere un risparmio energetico. In particolare si può constatare che:

- Per l’energia termica si possono ottenere risparmi dal 24% al 34%;
- Per l’energia elettrica si possono ottenere risparmi dal 5% al 9%.

In termini economici, a partire dalla spesa per l’energia primaria media annua, calcolata sulla base del triennio 2015-2017, i risparmi possibili sono quelli riportati in Tabella 4.4.8:

Tabella 4.4.8 – Risparmi conseguibili sulla spesa per l’energia per P.O. Martini

Energia	% Risparmio		Risparmio [€]	
	% min	%max	min [€]	max [€]
energia elettrica	5%	9%	€ 31.697,04	€ 57.054,67
energia termica	24%	34%	€ 79.392,83	€ 112.473,17
Risparmio totale			€ 111.089,87	€ 169.527,84

Per implementare un sistema di gestione dell’energia dotato delle caratteristiche precedentemente precisate, occorrerebbe definire ed individuare un minimo di 2000/3000 punti di controllo. L’installazione dei misuratori e il collegamento alla piattaforma cloud comporta una spesa di circa 80 euro/punto di controllo (prezzi di mercato delle principali aziende in ambito energetico).

Si può quindi stimare che il costo di investimento per un SGE adeguato al presidio in esame sia di minimo 160'000 euro. È quindi possibile calcolare il valore attuale netto del sistema: il VAN è uno degli strumenti più utili per prendere decisioni finanziarie, viene solitamente

utilizzato per valutare se un determinato acquisto o investimento comporta un tempo di ritorno ragionevole oppure no.

4.4.1. Calcolo Valore Attuale Netto e Pay Back Time

Il valore attuale netto è una metodologia tramite cui si definisce il valore attuale di una serie attesa di flussi di cassa, non solo sommandoli contabilmente ma attualizzandoli sulla base del tasso di interesse. È definito come:

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} - I_0$$

Dove:

- FC_j è il flusso finanziario (positivo o negativo) al tempo j , e si ottiene come differenza tra benefici (o risparmi) e costi (di esercizio, di investimento, di manutenzione) annuali;
- i è tasso di interesse annuo;
- n il numero di anni;
- I_0 è il costo di investimento iniziale;

Il VAN risulta quindi dalla differenza algebrica tra i benefici complessivi attualizzati e l'investimento.

Nel caso studiato è stato ipotizzato un flusso di cassa costante negli anni, calcolato come differenza tra il risparmio in bolletta attribuibile all'implementazione del Sistema di Gestione dell'energia ed i costi di esercizio e manutenzione del sistema stesso, pari a circa il 2-3% del costo di investimento.

In Tabella 4.4.9 è riportato il calcolo del VAN per il caso base in un periodo di 3 anni con un tasso di interesse del 10%, assumendo un risparmio annuo di 111'089.87 euro, pari al minimo ottenibile secondo la UNI 15232, ed un costo di investimento base di 160'000 euro.

Tabella 4.4.9 – Calcolo Valore Attuale Netto

Valore attuale netto					
anno	costi C	benefici B	flusso cassa FC	$1/(1+i)^n$	$FC/(1+i)^n$
0	€ 160.000,00	€ 0,00	-€ 160.000,00	1	-160000
1	€ 4.800,00	€ 111.089,87	€ 106.289,87	0,909091	96627,1545
2	€ 4.800,00	€ 111.089,87	€ 106.289,87	0,826446	87842,8678
3	€ 4.800,00	€ 111.090,87	€ 106.290,87	0,751315	79857,9038
VAN					€ 104.327,93

Un secondo criterio per la valutazione degli investimenti riguarda il calcolo del Pay Back Time, cioè il tempo di rientro dell'investimento stesso (in anni), risultante dal rapporto tra l'investimento I_0 e il flusso di cassa medio FC_m , ossia:

$$PBT = \frac{I_0}{FC_m}$$

Tuttavia il numero di anni così ricavato risulta essere approssimato poiché non tiene conto della durata dell'investimento e del tasso di interesse e di attualizzazione del capitale.

Per avere un valore più accurato, si può determinare il Real Pay Back Time, ossia il tempo di ritorno attualizzato, che rappresenta il numero di anni in cui si ha l'annullamento del VAN e si determina come:

$$RPBT = \frac{\text{Log}(1 - i \cdot I_0 / FC)}{\text{Log}(1 + i)}$$

In Tabella 4.4.10 sono riportati i risultati dell'analisi economica effettuata.

Tabella 4.4.10 – Analisi economica per l'implementazione di un SGE per P.O. Martini

Analisi economica	
costo singolo punto controllo	€ 80,00
punti controllo	2000
costo investimento	€ 160.000,00
risparmio annuo spesa energia	€ 111.089,87
tasso interesse i	10%
costi esercizio e manutenzione	€ 4.800,00
pay back period [anni]	1,51
pay back period attualizzato [anni]	1,71

Il tempo di ritorno per la realizzazione di un Sistema di Gestione dell'Energia analogo a quello descritto in questo elaborato, risulta essere inferiore ai due anni. Si tratterebbe quindi di un investimento il cui rientro è garantito nel breve termine, aspetto che contribuirebbe a semplificare la fase decisionale dell'azienda e a rafforzare i vantaggi precedentemente individuati circa l'implementazione della soluzione proposta.

Conclusioni

L'obiettivo iniziale di questo elaborato era effettuare una diagnosi energetica del P. O. Martini da utilizzare come modello per tutti gli altri presidi dell'ASL Città di Torino al fine di conseguire un audit energetico a livello aziendale e che comportasse concrete proposte di efficientamento energetico su cui investire.

La maggior parte delle aziende di tutti i settori non ha l'effettiva consapevolezza dell'energia che consuma, ma la carenza di queste informazioni rende difficoltoso implementare iniziative mirate all'efficienza energetica. Tale mancanza è stata riscontrata anche sul Presidio preso in esame. Date le dimensioni e le complessità dell'azienda, il reperimento dei dati per predisporre la diagnosi energetica è risultato difficoltoso e l'assenza di un database organizzato e aggiornato ha fatto sì che le informazioni risultassero in parte incomplete o mancanti, cosa di cui l'analisi critica dei consumi energetici effettuata ha risentito.

Queste difficoltà hanno fatto sì che lo scopo dell'elaborato sia mutato nel tempo: invece che valutare eventuali interventi di efficientamento energetico si è preferito focalizzare l'attenzione sulla creazione di un Sistema di Gestione dell'Energia eventualmente certificabile con la ISO 50001:2011. Gli attuali sistemi tecnologici di monitoraggio dei consumi consentono di misurare, rilevare, controllare e analizzare l'utilizzo dell'energia e permettono di intervenire in modo rapido ed efficace dove è necessario. Esistono software in grado di monitorare e analizzare in modo molto dettagliato qualunque tipo di consumo energetico e di localizzare in maniera precisa gli sprechi e le cause delle inefficienze, oltre che gestire la contabilità energetica e valutare l'efficienza delle macchine e degli impianti utilizzati nel ciclo produttivo e la redditività dei prodotti. Queste soluzioni possono essere implementate ad un costo relativamente modesto e con un ritorno dell'investimento molto rapido.

L'adozione di un SGE aiuterebbe quindi a ridurre gli sprechi energetici dell'edificio analizzato e se l'uso venisse poi esteso a tutti i presidi aziendali i risparmi sia energetici sia economici sarebbero consistenti. L'azienda diventerebbe in questo modo una di quelle all'avanguardia nella gestione dell'energia, inoltre la valutazione e la conseguente realizzazione di qualsiasi intervento di efficientamento futuro risulterebbe facilitata.

Bibliografia

Riferimenti legislativi e normativi

- [1] *Decreto del Presidente della Repubblica del 14 gennaio 1997 - Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle province autonome di Trento e Bolzano, in materia di requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'esercizio delle attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private.*
- [2] *Decreto del Presidente della Repubblica numero 412 del 26 agosto 1993 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici negli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia.*
- [3] *Circolare Ministero dei Lavori Pubblici del 22 novembre 1974, numero 13011- Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere. Proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione.*
- [4] *UNI CEI/TR 11428:2011-Gestione dell'energia. Diagnosi energetiche. Requisiti generali del servizio di diagnosi energetica.*
- [5] *UNI EN 16247-1:2012 Energy Audits - Part 1: General Requirements.*
- [6] *UNI EN 16247-2:2014 Energy Audits - Part 2: Buildings.*
- [7] *UNI/TS 11300-1:2008-Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.*
- [8] *UNI/TS 11300-2:2008-Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.*
- [9] *UNI/TS 11300-3:2010-Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.*
- [10] *UNI CEI EN ISO 50001:2011- Sistemi di gestione dell'energia. Requisiti e linee guida per l'uso.*
- [11] *UNI 10339:1995-Impianti aerulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.*
- [12] *UNI 11425:2011-Impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata per il blocco operatorio.*
- [13] *UNI EN 12464-1:2011- Luce e illuminazione. Illuminazione nei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro interni.*
- [14] *UNI EN 12464-2:2011- Luce e illuminazione. Illuminazione nei posti di lavoro. Parte 2: Posti di lavoro in esterno.*
- [15] *Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n.102. Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE.*
- [16] *UNI EN 15232-1:2017 Prestazione energetica degli edifici - Parte 1: Impatto dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici.*
- [17] *Deliberazione del consiglio regionale N° 616 - 3149: requisiti strutturali, tecnologici ed organizzativi minimi per l'autorizzazione all'esercizio delle Attività sanitarie da parte delle strutture pubbliche e private, 2000.*
- [18] *ASHRAE 170-2017-Ventilation of Health Care Facilities.*

Documentazione specialistica

- [19] ENEA, «Elementi su come elaborare la documentazione necessaria al rispetto degli obblighi previsti nell'art. 8 del decreto legislativo 102/2014 in tema di diagnosi energetica».
- [20] P. Conti *et al.*, «Definizione di una metodologia per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e

terziario», ENEA, RdS/2011/143, set. 2011.

- [21] ARESS, «Linee guida per l'efficienza energetica del sistema sanitario regionale del Piemonte», 2010.
- [22] ENEA, «Rapporto Annuale Efficienza Energetica 2017, Executive Summary», 2017.
- [23] ASSOEGE, «Linee Guida per la Formulazione di una Proposta Commerciale per la Diagnosi Energetica nel campo civile ed industriale», giu. 2015.
- [24] S. Crippa, «Studio dei consumi energetici in ambito ospedaliero», Politecnico di Milano, 2013.
- [25] M. C. Masoero, S. Vitto, S. Azzini, e M. Bacci, «I consumi energetici negli ospedali parametrati sui volumi: valutazione di alcune realtà in Piemonte, Lombardia e Liguria». 2009.
- [26] W. Grassi *et al.*, «Valutazione dei consumi nell'edilizia esistente e benchmark mediante codici semplificati: analisi edifici ospedalieri», ENEA, RSE/2009/117, 2009.
- [27] D. Iatauro, «Gli indicatori energetici nelle strutture ospedaliere». ENEA, 20-set-2010.
- [28] F. Belcastro, D. Di Santo, e G. Fasano, «Indici di benchmark di consumo per diverse tipologie di edificio e all'applicabilità di tecnologie innovative nei diversi climi italiani negli edifici ospedalieri», ENEA, RdS/2010/196, set. 2010.
- [29] Jacopo Toniolo e M. C. Masoero, «Il monitoraggio continuo di impianti HVAC: il progetto iSERV cmb», 2012, vol. unico, pagg. 225–235.
- [30] «Analisi degli Investimenti Industriali», Università degli Studi di Parma, Dipartimento di Economia, 2005.

Riferimenti Aziende

- [31] «Sito Ufficiale dell'ASL Città di Torino Azienda Sanitaria Locale» <http://www.aslcittaditorino.it/>
- [32] «Zucchetti Facility - software per Energy Maintenance e Time Management» <http://www.zucchettifacility.com/>
- [33] «Johnson Controls», *Johnson Controls*, <http://www.johnsoncontrols.com/>
- [34] «Sistema di gestione energetica» <http://www.tecnowatt.com/>
- [35] «SAP Software Solutions | Business Applications and Technology» <https://www.sap.com/index.html>
- [36] «Siemens Building Technologies - Siemens» <https://www.siemens.com/it/it/home.html>
- [37] «SAUTER Italia S.p.A.» <https://www.sauteritalia.it/it.html>

Sitografia

- [38] «ENEA Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile», <http://www.enea.it/it>
- [39] «AssoEGE – Associazione degli Esperti in gestione dell'Energia» <https://www.assoege.it/>
- [40] «FIRE - Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia», <http://www.fire-italia.org/>
- [41] «UNI - ENTE ITALIANO DI NORMAZIONE», <http://www.uni.com/>
- [42] «Arpa Piemonte», <http://www.arpa.piemonte.gov.it>
- [43] «Gestore Servizi Energetici». [In linea]. Available at: <https://www.gse.it/>.
- [44] «MyGreenBuildings.org formazione efficienza energetica edifici», *MyGreenBuildings*. <http://www.mygreenbuildings.org/>
- [45] «Coordinamento Gestione Meccanismo Detrazioni Fiscali», <http://www.acs.enea.it/>
- [46] «SYENERGIA - Efficienza Energetica in sinergia con una squadra di Professionisti», *SYENERGIA* <https://syenergia.it>
- [47] «Heating and Air Conditioning Services & Systems | Trane» <http://www.trane.com/>

Ringraziamenti

Il primo ringraziamento in assoluto deve andare ai miei compagni d'avventura Fabio, Antonio e Giuseppe. È stato un lavoro di squadra ed è grazie a voi che sono riuscita a portarlo a termine.

Si ringraziano il professor Masoero e l'ing. Toniolo per avermi concesso questa possibilità e per avermi seguito durante tutto il percorso.

Ringrazio l'ASL Città di Torino per l'opportunità datami, per avermi ospitato per tutto il periodo di svolgimento della mia tesi ed aver messo a disposizione tutto il materiale necessario, compreso addirittura un ufficio intero. A tal proposito un ringraziamento particolare va a Michele Marvaso, per aver reso possibile questa collaborazione, per il supporto e per il tempo dedicatomi, ma anche a tutto il personale della sede di Via San Secondo, tra cui il dottor Ilardi e l'architetto Pastore, ed i tecnici del P.O. Martini per la pazienza e la disponibilità.

Un grazie di cuore va ai miei genitori, per avermi permesso di completare questo percorso e per tutto il sostegno, il supporto e gli incoraggiamenti che mi avete dato. Ovviamente non posso non ringraziare anche i miei fratelli Luca, Andrea e Marco, che avete dovuto sopportarmi e che non mi avete mai fatto mancare il vostro appoggio, ognuno a modo suo. Sono certa che siete (quasi) più sollevati di me nel portare a termine il percorso universitario.

Ultimo, ma non per importanza, grazie a Davide. C'eri quando ho cominciato e sei ancora qui adesso che ho finito, penso non sia necessario aggiungere altro. Sei semplicemente fondamentale.